Die electromagnetische

Telegraphie

sammt den nöthigen Kenntnissen

aus der

Physik,

leichtfaßlich-wissenschaftlich dargestellt

von

Gustav Hinrichs.

The learn'd is happy nature to explore,
The fool is happy that he known no more.
A. Pope.

Mit einer Telegraphen-Karte von Mittel-Europa und vielen Figuren.

Hamburg, 1856.
Perthes-Besser & Mauke.

<36633600370010

Die electromagnetische

Telegraphie

sammt den nöthigen Kenntnissen

aus der

Physik,

leichtfaßlich-wissenschaftlich dargestellt

von

Gustav Hinrichs.

The learn'd is happy nature to explore,
The fool is happy that he known no more.
A. Pope.

Mit einer Telegraphen-Karte von Mittel-Europa und vielen Figuren.

Hamburg, 1856.
Perthes-Besser & Mauke.

Herrn Etatsrath, Professor

G. Forchhammer

in Copenhagen,

in dankbarer Verehrung

zugeeignet vom Verfasser.

Inhalt.

Erste Abtheilung.

Die nöthigen Kenntnisse aus der Physik.

Erster Abschnitt.

Magnetismus.

Zweiter Abschnitt.

Electricität.

Dritter Abschnitt.

Electromagnetismus.

Zweite Abtheilung.

Die electromagnetische Telegraphie.

Erster Abschnitt.

Die electromagnetische Telegraphie überhaupt.

Zweiter Abschnitt.

Der Nadeltelegraph.

Dritter Abschnitt.

Der Drucktelegraph.

Vierter Abschnitt.

Der Buchstabentelegraph.

Anhang.

Einleitung.

Unter allen neuern Erfindungen ist die der electromagnetischen Telegraphie doch wohl diejenige, welche für den Uneingeweihten am unbegreiflichsten und am wunderbarsten ist, weßhalb hierüber die wunderlichsten Ansichten unter den Nichtgelehrten vorkommen.

Der Zweck dieses Büchleins ist es nun, das Wesen der electromagnetischen Telegraphie einem möglichst großen Publikum auf eine leichtfaßliche Art bekannt zu machen. Die nöthigen Sätze aus der Lehre vom Magnetismus und von der Electricität müssen daher abgehandelt werden, bevor zur Darstellung der eigentlichen Telegraphie übergegangen werden kann.

Erste Abtheilung.

Die nöthigen Kenntnisse aus der Physik.

Erster Abschnitt.

Magnetismus.

§ 1. **Magnete.** In der Natur findet man viele Minerale, welche die merkwürdige Eigenschaft besitzen, kleinere Körperchen, besonders aus Eisen, schon aus einer beträchtlichen Entfernung an sich zu ziehen, und dann dieselben so lange festzuhalten, bis dieselben durch irgend eine äußere Wirkung wieder davon getrennt werden. Alle diese Minerale nennt man Magnete*), und die unbekannte Ursache dieser Anziehung heißt Magnetismus.

Ganz besonders deutlich tritt diese Erscheinung bei einigen Stücken eines Eisenerzes (einem Minerale, woraus man mit Vortheil Eisen gewinnen kann) hervor, welche Stücke dann Magnetsteine genannt werden, und aus reinem Eisen und Sauerstoff bestehen, welcher letztere in Luftform ungefähr den fünften Theil der Atmosphäre ausmacht, zur Erhaltung unsers Lebens unentbehrlich ist und überhaupt im ganzen Haushalte der Natur eine hochwichtige Rolle spielt.

*) Nach der Stadt Magnesia, wo man diese Eigenthümlichkeit zuerst wahrgenommen haben will. Diese Stadt heißt jetzt Manissa und liegt am Fuße des Bos-Dagh in Kleinasien.

Mittelst eines solchen Magnetsteins oder **natürlichen Magnetes** kann man sich auf eine später näher zu beschreibende Art aus Stahl Magnete machen, welche ganz die Eigenschaften der natürlichen Magnete besitzen; weil man sie künstlich bildet, nennt man solche **künstliche Magnete**, und weil diesen jede beliebige Form gegeben werden kann, so wendet man die künstlichen Magnete fast bei allen physikalischen Versuchen und practischen Anwendungen an.

Es möge hier bemerkt werden, daß wenn auch die Magnete auf Eisen, Stahl und überhaupt auf eisenhaltige Körper vorzüglich stark wirken, so ist es doch durch viele Versuche bewiesen, daß überhaupt **alle** Körper ohne Ausnahme unter dem Einflusse kräftiger Magnete sich auf ähnliche Weise verhalten, wie Eisen.

§ 2. **Die Polarität der Magnete.** Wenn schon die Anziehung der Magnete merkwürdig genug ist, so wird man doch durch die beiden folgenden leicht anzustellenden Versuche eine noch weit wunderbarere Eigenthümlichkeit an den Magneten entdecken. —

Einen stangenförmigen Magnet tauche man in Eisenfeile; diese Eisenstückchen müssen sich an denselben festsetzen, und zwar an die Stellen des Magnetes, wo die Ursache dieses Anziehens (d. h. der Magnetismus) am stärksten ist, in größtem Maße. Nachdem man den Magnet wieder herausgenommen hat, gewahrt man, daß die Eisenfeile an beiden Enden in größter Menge, in der Mitte aber gar nicht haften geblieben ist, daß überhaupt der Magnet mit der Eisenfeile durch die Figur 1 dargestellt ist. Hierdurch ist also erwiesen:

in jedem Magnete ist der Magnetismus an den Enden am stärksten und in der Mitte gleich Null.

Nun beraube man diese Nadel der Eisenfeile und stecke den Magnet in eine kleine Kapsel von Papier, welche mittelst eines feinen Fädchens aufgehängt ist, wie Fig. 2 zeigt. Der Magnet, dessen Enden wir mit *a* und *b* bezeichnen wollen, kann sich nun also äußerst leicht in horizontaler (wasserrechter) Richtung drehen. Einen andern Magnet, dessen Enden wir mit *a'* und *b'* bezeichnen, nehme man in die Hand, und nähere eins seiner Enden nach einander **beiden** Enden des aufgehängten Magnetes. Man wird dann bemerken, daß das eine Ende des aufgehängten Magnetes angezogen, das andere abgestoßen wird. Kehrt man den in der Hand gehaltenen Magnet um, so wird das Ende des aufgehängten Magnetes, das früher abgestoßen wurde, nun angezogen, und umgekehrt. Nehmen wir an, daß die beiden Enden *a* und *a'* sich abstoßen, so wissen wir nach diesem Versuche: daß *b*

und a' sich anziehen; daß b' und a sich anziehen, b' und b sich aber gegenseitig abstoßen. Diese Verhältnisse werden recht anschaulich durch Figur 1, a wo die Pfeilchen die Richtung bezeichnen, worin die mittelst der punktirten Linien verbundenen, die Enden darstellenden Buchstaben sich gegen einander bewegen.

Zwischen b und a' gehen die Pfeilchen einwärts, und es findet also Anziehung Statt zwischen den mit diesen Buchstaben bezeichneten Enden der gebrauchten Magnete u. s. w.

Zugleich bemerkt man an dem aufgehängten Magnete, daß dieser (wenn sonst kein Magnet oder Eisen in seiner Nähe ist) immer in einer ungefähr durch Süd und Nord gehenden Richtung zur Ruhe kommt, wenn man denselben in Bewegung versetzt hatte. Deßhalb nennt man dasjenige Ende des Magnetes, welches in diesem Falle ungefähr nach Norden zeigt, den Nordpol desselben, während das andere nach Süden (oder dem Süd-Pol des Himmelsgewölbes) zeigende Ende der Südpol heißt; überhaupt werden die beiden durch ihre größere Anziehung merkwürdigen Punkte eines Magnetes die Pole des Magnetes oder einfach Magnetpole genannt.

Nehmen wir an, daß die vorhin mit a und a' bezeichneten Enden der Magnete Nordpole wären, so wären die mit b und b' bezeichneten also Südpole, und die gegenseitigen Anziehungen und Abstoßungen fänden in der Weise Statt, daß: zwei Südpole oder zwei Nordpole, also überhaupt zwei gleichnamige Pole sich abstoßen, während ein Südpol und ein Nordpol, also zwei ungleichnamige Pole sich gegenseitig anziehen.

Das durch diese Versuche erlangte Resultat ist also folgendes:

> Jeder Magnet besitzt an den Enden einen stärkern Grad von Magnetismus und nimmt, sich selbst überlassen, eine bestimmte, ungefähr von Süd nach Nord gehende Richtung an; und wirken diese Enden, Magnetpole, auf einander, so stoßen die gleichnamigen sich gegenseitig ab, während die ungleichnamigen sich gegenseitig anziehen.

§ 3. **Die Magnetnadel** ist ein äußerst wichtiges Instrument, nicht nur für den experimentirenden Physiker, sondern auch für viele mehr unmittelbar das materielle Wohl der Menschheit fördernde Leute, als Schiffer, Landmesser, Bergleute u. s. w. Weil die Magnet-

nadel aber auch für die Telegraphie von größter Wichtigkeit ist, so muß eine kurze Beschreibung derselben Platz finden. —

Eine Magnetnadel besteht immer im Wesentlichen aus einem dünnen Magnetstäbchen, welches in einer wasserrechten Ebene möglichst leicht beweglich ist. Das Magnetstäbchen ist oft verschieden gestaltet, doch ist eine einfache stabförmige Gestalt vorzuziehen. Die leichte Beweglichkeit in einer wasserrechten Ebene erreicht man am vollkommensten, wenn man die Nadel mittelst eines einfachen Seidenfädchens (Coconfadens) aufhängt; doch kann man die Nadel in der Mitte auch mit einem Agathütchen oder einem Hütchen von Messing versehen, und mittelst dieses Hütchens auf einer feinen Messingspitze ruhen lassen.

Die Einrichtung der gewöhnlichen Compasse wird nun wohl ohne Weiteres verstanden werden.

§ 4. **Der Erdmagnetismus.** Es wurde schon in § 2 erwähnt, daß eine Magnetnadel ungefähr in der Richtung von Süd nach Nord in Ruhe komme, und also, sich selbst überlassen, diese Richtung immer wieder annehme. Dieses muß seine Ursache darin haben, daß unsere Erde selbst gewissermaßen ein großer Magnet ist, dessen Pole mit den geographischen Polen ungefähr zusammenfallen. Denn daß das Nordende der Nadel nach Norden zeigt, das Südende nach Süden, läßt sich sehr wohl dadurch erklären, daß die Erde im Norden einen magnetischen Südpol, im Süden einen magnetischen Nordpol habe, weil wir ja gesehen haben, daß die ungleichnamigen Pole sich anziehen. Darnach wäre also unsere Erde selbst ein großer Magnet mit zwei Polen. Aber wir sehen zugleich hieraus, daß die Benennung der Enden eines Magnets als Nordpol und Südpol streng genommen unrichtig ist, weil der Nordpol einer Nadel dieselbe Art von Magnetismus enthält, welche wir im Süden der Erde antreffen. Zudem ist die Benennung auch darum unrichtig, weil die Nadel nur an wenigen Orten der Erde genau die Richtung von Süden nach Norden annimmt, und fast überall auf der Erde um ein Gewisses von dieser Richtung abweicht, welches, in $^1/_{360}$tel Theilen eines Kreises (oder Graden) angegeben als die Abweichung der Magnetnadel bezeichnet wird, und welche Abweichung sich im Laufe der Zeit bedeutend verändert. Für Deutschland beträgt sie gegenwärtig 16 bis 20 Grad nach Westen. — Aber wenn man hieraus nun zur Genüge erkennt, daß die Benennung der Enden des Magneten in der angegebenen Weise unrichtig ist, so ist diese Benennung doch jetzt schon zu eingewurzelt, um durch eine richtigere verdrängt werden zu können.

§ 5. **Bildung künstlicher Magnete.** Die Erfahrung lehrt, daß sowohl Eisen als Stahl durch Berührung und besonders durch Streichen mit Magneten magnetische Eigenschaften annehmen, oder magnetisch werden. Man könnte daher aus Eisen durch Streichen künstliche Magnete machen, wenn nicht das Eisen den erregten Magnetismus gleich wieder verlöre, sobald die erregende Wirkung vorüber ist. Der Stahl dagegen behält den erregten Magnetismus, und wird darum auch immer zu künstlichen Magneten angewendet. Außer dieser Methode, bei der man die künstlichen Magnete durch Streichen bildet, kann man sich auch künstliche Magnete durch Hülfe eines electrischen Stromes verschaffen, welches später ausführlich gezeigt wird, weil es in der Telegraphie von großem Nutzen ist.

Zweiter Abschnitt.

Electricität.

§ 6. **Electrische Anziehung.** Ein äußerst einfacher, von Jedem ohne die geringsten Kosten leicht anzustellender Versuch wird uns mit den einfachsten Wirkungen einer Naturthätigkeit bekannt machen, welche mächtig in die Regierung des ganzen Weltalls eingreift.

Eine wohlgereinigte Scherbe gewöhnlichen Fensterglases halte man, nachdem dieselbe einige Zeit geruht hat, in einer Höhe von ungefähr 3 Linien über einer Menge auf dem Tische ausgebreiteter, feiner Papierschnitzel; wie zu erwarten stand, bleiben diese Schnitzel ganz ruhig liegen. Jetzt reibe man die Scherbe recht tüchtig, und halte die geriebene Seite derselben gleich nach dem Reiben über die Schnitzel: mit einem gewissen Staunen wird der Uneingeweihte die Schnitzel nach einander an die Glasscherbe fliegen sehen und gewahren, daß selbige bald darnach wieder auf den Tisch zurückfallen und diesen Vorgang mehr oder weniger oft wiederholen, je nachdem die Scherbe mehr oder weniger stark gerieben wurde. Die Ursache dieser Anziehung mit gleich darauf folgender Abstoßung nennt man Electricität, weil man die oben erwähnte Eigenthümlichkeit zuerst am Bernstein beobachtet hat, und der Bernstein auf griechisch Electron genannt wird. — Den obigen Vorgang, wodurch in dem Glase Electricität erregt, oder wodurch das Glas electrisch wurde, nennt man das Electrisiren, welches, nebenbei bemerkt, auch noch auf viele andere Arten geschehen kann. Eine große Reihe mit den verschiedensten Körpern angestellter Versuche beweist die Richtigkeit des folgenden Satzes:

Alle Körper können durch Reiben electrisch werden; doch werden wir bald sehen, daß es bei manchen Körpern auf eine mehr umständliche Art geschehen muß, als beim Glase.

§ 7. Gute und schlechte Leiter der Electricität; Isolatoren. Wir haben so eben gesehen, daß Glas durch Reiben electrisch wird. Es muß sich also auf dem Glase durch Reiben nicht nur Electricität entwickeln, sondern, weil die Glasscherbe nach dem Reiben noch durch Anziehen und darauf folgendes Abstoßen Zeugniß gab vom Dasein von Electricität, so wird sich diese aus dem Glase nicht haben entfernen, ja in keinem bedeutenden Grade sich in der Masse des Glases verbreitet haben können, weil sonst die nicht geriebene Seite der Glasscherbe ebenso gut diese Wirkung hervorbringen müßte. Hieraus ist also ersichtlich, daß das Glas die Electricität nur in unbedeutendem Grade leiten kann, und folglich ein schlechter Leiter der Electricität ist. Harze, Lack, Papier, Knochen, die Luft u. s. w. sind im trocknen Zustande ebenfalls sehr schlechte Leiter.

Man wird leicht einsehen, daß man durch Hülfe dieser schlechten Leiter der Electricität einen electrischen Körper vor dem Verluste seiner Electricität bewahren oder isoliren kann, daß sie mit andern Worten mehr oder weniger gute Isolatoren sind. Denn umgiebt man einen electrischen Körper vollständig mit solchen schlechten Leitern der Electricität, so wird sich die Electricität des electrisirten Körpers lange erhalten, weil die umgebenden schlechten Leiter der Electricität dieser nur in sehr geringem Maße gestatten den Körper zu verlassen, und wenn diese umgebenden schlechten Leiter wirkliche Nichtleiter der Electricität wären, so würde die Electricität sich gar nicht aus dem electrisirten Körper entfernen können, und derselbe wäre also vollkommen isolirt.

Versucht man es, eine Metallplatte auf dieselbe Weise wie vorhin die Glasscherbe zu electrisiren, so wird man bald sehen, daß dies nicht gelingt, ohne daß man die Metallplatte mittelst eines isolirenden Griffes (z. B. einer Stange Siegellack) anfasse. Weil dieser Griff der Electricität fast gänzlich den Durchgang versagt, und dennoch Electricität auf der Metallplatte angetroffen wird, so muß diese Electricität also wirklich durch Reiben auf der Metallplatte entwickelt worden sein; weil aber im Falle man einfach die Platte in der Hand hielt, nicht die Spur von Electricität nach dem Reiben zu entdecken war, und dennoch, wie eben erwiesen, durch Reiben Electricität frei wurde, so muß sich diese Electricität fast augenblicklich nach der Erregung wieder entfernt haben, das heißt, das Metall muß die Electricität gut leiten, oder ein guter Leiter der Electricität sein. — Die Erfahrung lehrt, daß überhaupt alle Metalle zu den guten Leitern

der Electricität gehören, und weil diese Eigenschaft für die Wissenschaft sowohl als für die praktischen Anwendungen von großer Wichtigkeit ist, so hat man die Zahlen ausgemittelt, welche angeben, in welchem Verhältnisse die verschiedenen Metalle die Electricität besser leiten, als das Kupfer, dessen Leitungsfähigkeit man zur Einheit nimmt. Die folgende Tabelle enthält einige der hierüber gefundenen Resultate:

Kupfer	1,00	100
Zink	0,27	27
Platina	0,16	16
Eisen	0,15	15
Quecksilber	0,03	3

welches so zu verstehen ist: zwei ganz gleiche Drähte, von welchen der eine aus Kupfer, der andre aus Eisen besteht, leiten die Electricität in dem Verhältnisse wie hier angegeben, nämlich wie 1,00 zu 0,15 (d. h. $^{15}/_{100}$) oder wenn man die Leitungsfähigkeit des Kupfers wie in der zweiten Zahlenreihe, = 100 setzt — in dem Verhältnisse von 100 zu 15; Kupfer leitet also die Electricität $^{100}/_{15}$ = $6^{2}/_{3}$mal besser, als Eisen. — Man wird nun auch einsehen, weshalb man immer Kupferdraht anwendet wo es sich um möglichst leichte Fortleitung der Electricität handelt; nur aus pecuniären Rücksichten wählt man oftmals Eisen. —

Außer den Metallen, welche sämmtlich sehr gute Leiter der Electricität sind, gehören die Kohle und das Wasser auch zu den guten Leitern, sowie die wasserhaltigen Körper, als: Auflösungen verschiedener Stoffe in Wasser, der thierische Körper, die Pflanzen u. s. w. zu den bessern Leitern, während manche, wie z. B. die Körper der Pflanzen und Thiere im völlig trocknen Zustande zu den schlechten Leitern gerechnet werden müssen.

§ 8. **Die positive und negative Electricität.** Zu einem Versuche, welcher uns eine Aehnlichkeit zwischen Magnetismus und Electricität zeigen wird, gebrauchen wir eine kleine Vorrichtung, nämlich ein zweifaches electrisches Pendel. Ein solches erhält man, indem man zwei kleine Kügelchen von Hollundermark mittelst leinener oder seidener Faden einzeln neben einander aufhängt. —

Nachdem diese Vorrichtung gemacht, stelle man sich grade vor diese beiden Kügelchen hin, nehme in die eine, z. B. die rechte Hand eine electrische Glasplatte, in die andere eine, ebenfalls durch Reiben mittelst eines wollenen Läppchens electrisirte Stange Sie-

gellack. Nun nähere man die Glasscherbe der rechten Hand der Kugel zur Rechten, und die von der linken Hand gehaltene Stange Siegellack der zur Linken befindlichen Kugel. Beide Kügelchen werden sich jetzt verhalten, wie vorhin die Papierschnitzel; sie werden also erst angezogen, kommen jedes mit dem genäherten Gegenstande in Berührung, und werden dann fortwährend davon abgestoßen. Nimmt man, ohne seine Stellung in Hinsicht der Kügelchen zu verändern, die Stange Siegellack in die rechte, die Glasscherbe in die linke Hand, und nähert man diese electrisirten Gegenstände nun den grade vor denselben befindlichen Kügelchen, so wird man sehen, daß beide Kügelchen angezogen werden. Legt man endlich Glas und Lack bei Seite, und nähert man die beiden Kügelchen gegenseitig, so wird man bemerken, daß diese sich ebenfalls gegenseitig anziehen. Hieraus geht hervor, daß es verschiedene Modificationen von Electricität giebt, denn sonst würden diese Körper sich immer gegenseitig auf gleiche Art verhalten müssen. Bezeichnen wir nun die im Glase anwesende Art von Electricität mit G, die, welche sich im Lacke befindet mit L, und die möglicherweise nach der Berührung in den Kügelchen anwesende bezüglich mit g und l, so lehrt uns der Versuch, daß

L und l, so wie
G und g sich abstoßen; dagegen
L und g,
G und l, und
g und l sich gegenseitig anziehen.

Sehen wir nun, was hieraus folgt. Weil G und l sich auf dieselbe Weise verhalten wie g und l, und hier l in beiden gleich ist, müssen auch G und g von gleicher Art sein, das heißt: durch Berührung mit der Glasscherbe ist dem Kügelchen etwas von der Electricität mitgetheilt, welche sich in dem Glase befindet. Ebenso sehen wir aus dem Versuche, daß L und g sich auf dieselbe Weise gegen einander verhalten, wie l und g, folglich muß auch in die zur Linken befindliche Kugel durch Berührung mit der Lackstange etwas von der Electricität dieser Stange übergegangen sein. Wir haben nun also gefunden, daß die Buchstaben G und g, sowie L und l gleichartige Electricitäten bezeichnen; dagegen müssen G und L ungleichartige Electricitäten sein, weil sie sich gegen einen und denselben dritten Gegenstand, wie g, auf ungleiche Weise verhalten; denn G und g stoßen sich ab, während L und g sich anziehen.

Weil nun L und l gleichartig sind, können beide durch dasselbe

Zeichen dargestellt werden; nach dem berühmten Erfinder des Blitzableiters **Franklin** braucht man hierzu das Zeichen — *E*, und nennt diese Art von Electricität **negative Electricität**. Ganz auf dieselbe Weise bezeichnet man die Art von Electricität *G* = *g* mit dem Zeichen + *E* und nennt selbige: **positive Electricität**. Hiernach sind die gleichartigen Electricitäten denn nun auch **gleichnamig**, die ungleichartigen (wie *L* und *G*, *L* und *g*, *g* und *L*, *g* und *l*) **ungleichnamig** (nämlich + *E* und ÷ *E* in allen Fällen) und wir haben dem Obigen gemäß:

Abstoßung zwischen: + *E* und + *E*,
sowie ÷ *E* und ÷ *E*;
Anziehung zwischen: + *E* und ÷ *E*,

folglich ist das Resultat aus diesem Allen:

Die gleichnamigen Electricitäten stoßen sich ab, die ungleichnamigen ziehen sich an,

welches Gesetz auch für die beiden Magnetpole gilt. Diese Aehnlichkeit zwischen dem Verhalten der beiden Arten von Electricität und den beiden Polen der Magnete, sowie die mannigfachen Wechselwirkungen zwischen Magnetismus und Electricität, deuten auf eine **Wesenheit** dieser beiden Naturthätigkeiten hin.

Die Electricität, welche Glas durch Reiben mit einem wollenen Läppchen erhalten hatte, bezeichneten wir mit *G*, und fanden, daß *g* von gleicher Art damit sei; und diese Art Electricität, welche also durch Reiben mit Wolle im **Glase** erregt wird, ist **positive** Electricität (+ *E*), die ebenfalls durch Reiben mit Wolle in **Lack** erregte dagegen **negative** Electricität (÷ *E*).

Es wäre hier nun noch vieles höchst Wissenswerthe und Interessante hinzuzufügen, welches die Natur der Electricität näher aufklären könnte, aber die engen Grenzen dieses Büchleins, bei dem ich das vorgesteckte Ziel nicht aus den Augen lassen darf, nöthigen mich das so eben Angedeutete zu übergehen.

§ 9. **Galvanismus** (sprich Gallwa —) ist in qualitativer Hinsicht von der Reibungselectricität*) durchaus nicht verschieden, sondern wird nur in anderer Weise erregt, nämlich durch **Berührung ungleicher Körper**. Diese Electricität heißt daher sehr passend **Berührungselectricität**; man nennt selbige jedoch auch **Galvanismus**, dem Entdecker **Galvani** zu Ehren.

---

*) Richtiger: durch Reibung erregte Electricität.

Den Grundversuch über die Hervorbringung von Electricität durch Berührung stellt man an mittelst zweier mit isolirenden Handgriffen (von Lack oder Glas) versehener Metallplatten von Kupfer und Zink und einer feinen Art electrischer Pendel, nämlich des sogenannten Bohnenberger'schen Electroscops, welches letztere dazu dient, sehr geringe Mengen von Electricität zu entdecken und zu bestimmen, ob diese Electricität + *E* oder ÷ *E* ist. — Indem man nun die erwähnten Platten mit einander in Berührung bringt, sie darauf grade von einander trennt, und mittelst des angegebenen Instrumentes ihren electrischen Zustand untersucht, findet man, daß die Zinkplatte positiv electrisch die Kupferplatte aber negativ electrisch geworden ist. Unzählige in dieser Hinsicht angestellte Versuche führen zu dem folgenden allgemeinen Satze:

> Von der Berührungsfläche zweier Metalle geht beständig eine electrisch erregende Thätigkeit aus, wodurch dem einen Metalle immer positive, dem andern fortwährend negative Electricität zugeführt wird, doch kann die Menge der so angehäuften Electricität eine für dasselbe Paar Metalle immer gleiche Größe nicht übersteigen.

Dieser Satz stimmt mit den zahllosen hierunter begriffenen Thatsachen überein, und darf daher — wenigstens so lange selbiger durch Erfahrung nicht direct widerlegt worden ist — unsern weitern Betrachtungen zu Grunde gelegt werden. Dieser Satz läßt sich auch gewissermaßen theoretisch erweisen; aber ebenso wenig werde ich diese theoretische Beweisführung hier mittheilen, als ich in den Paragraphen 2, 5 und 7 für die daselbst angeführten Thatsachen die Theorien angegeben habe, denn meine Leser würden über das Wesen, wovon die Erklärung eigentlich Kenntniß geben sollte, dennoch im Dunkeln bleiben.*) —

Es lehrt die Erfahrung ferner, daß man viele Körper (worunter alle Metalle) so ordnen kann, daß jeder einzelne Körper in Berührung mit einem beliebigen der folgenden Körper positiv electrisch, mit jedem

---

*) Diese Theorien gewähren freilich den Vortheil, die betreffenden Erscheinungen unter einem allgemeinen Gesichtspunkte zu betrachten, geben aber über das Wesen der Erscheinungen keinen Aufschluß — weil sie „Etwas" vorauszusetzen gezwungen sind, das doch „Nichts" ist.

der vorhergehenden aber negativ electrisch wird. Eine solche electrische Spannungsreihe ist folgende:

+ *E*
Zink
Blei
Zinn
Eisen
Kupfer
Silber
Gold
Platina
Kohle
÷ *E*

Es wird demnach z. B. das Kupfer in Berührung mit Zink negativ electrisch, mit Kohle aber positiv electrisch.

§ 10. **Der galvanische Strom** ist im Grunde von einem electrischen Strom durch nichts weiter verschieden, als durch die nächste Ursache, die beim erstern Galvanismus, beim letztern aber gewöhnliche Reibungselectricität ist. Um aber diese verschiedenen Quellen anzudeuten, und weil ihre Eigenschaften, obgleich von derselben Art doch verschiedene Größen haben, thut man sehr wohl diese verschiedenen Benennungen beizubehalten.

Um meinen Lesern einen möglichst klaren Begriff zu geben von dem, was man unter einem galvanischen Strome zu verstehen habe, wollen wir unsere Aufmerksamkeit zuerst auf eine sogenannte einfache Volta'sche Kette richten. Die Figur 3 stellt eine solche, die sehr häufig, wenn auch unrichtig, galvanische Kette genannt wird, dar, bestehend aus einem Stücke Kupfer *K* und einem Stücke Zink *Z*, welche in ein zum Theil mit Salzwasser gefülltes Glasgefäß gestellt und, ohne sich zu berühren, einander doch möglichst genähert sind. In dieser offenen Kette findet für uns weiter nichts Erhebliches Statt; wenn wir dieselbe aber in eine geschlossene verwandeln, indem wir zwischen den hervorragenden reinen Enden der beiden Metallstücke einen Kupferdraht *a b* anbringen, welcher sowohl das Zink als das Kupfer berührt, finden in dieser einfachen Vorrichtung Verhältnisse Statt, welche unsere ganze Aufmerksamkeit verdienen. Bei *b*, wo Kupfer mit Kupfer in Berührung steht, haben wir nichts zu bemerken, wohl aber bei *a*; denn aus der § 9 mitgetheilten Spannungsreihe entnehmen wir, daß wenn, wie hier, Kupfer und Zink einander gegenseitig berühren, so

wird das Zink positiv electrisch. Nach § 8 ziehen ungleichnamige Electricitäten sich an, während gleichnamige sich abstoßen, und indem wir dies beachten, sehen wir leicht, daß die im Zink erregte positive Electricität von *a* aus gegen *m* sich entfernen muß, weil ja vermöge der Berührung bei *a* immer neue Electricität erregt wird, und diese auf die vorher erregte Electricität abstoßend wirkt. Sobald aber die Electricität an der Oberfläche des untergetauchten Zinks ankommt, wird sie in die Flüssigkeit hineingehen nach der Stange *K*, und weil diese ganz auf dieselbe Weise mit negativer Electricität angehäuft worden ist, wie die Zinkstange *Z* mit positiver Electricität, so wird die Anziehung, welche diese entgegengesetzten Electricitäten auf einander ausüben, den Uebergang von $+E$ vom Zink durch die Flüssigkeit zum Kupfer, sowie den Uebergang von $\div E$ vom Kupfer durch die Flüssigkeit zum Zink befördern. Man wird nun leicht einsehen können, daß auf diese Weise eine doppelte Strömung von Electricität nicht nur in der zwischen *K* und *Z* befindlichen Schicht von Flüssigkeit, sondern auch in dem Schliessungsdraht *a b* der einfachen Kette entstehen muß und zwar ein Strom positiver Electricität vom Zink durch die Flüssigkeit zum Kupfer und so in sich selbst nach *a* zurück, wogegen in der entgegengesetzten Richtung eine Strömung von negativer Electricität stattfindet. Diese beiden Strömungen nennt man zusammengenommen einen Galvanischen Strom, und da man mit gleichem Rechte die Richtung dieses Stromes durch die Richtung des positiven als des negativen Theils desselben bestimmen könnte, so ist man dahin übereingekommen, die Richtung des Galvanischen Stromes durch Angabe der Richtung des positiven Stromtheils zu bestimmen. — In der geschlossenen einfachen Kette Fig. 3 geht der Galvanische Strom demgemäß in der Richtung der Pfeilchen.

Wegen der großen Geschwindigkeit, mit welcher der Galvanische Strom sich in Leitungsdrähten fortpflanzt, wird derselbe in der Telegraphie von der größten Wichtigkeit. Die Geschwindigkeit des Stromes ist so ungeheuer groß, daß derselbe in jeder Secunde 3200 geographische Meilen zurücklegt!

§ 11. **Bunsen's constante Zink-Kohlen-Batterie oder Bunsen's Batterie.** — Wie man überhaupt einen Galvanischen Strom zu Wege bringen könne, sahen wir im vorigen Paragraphen. Doch eignet sich die daselbst beschriebene Art keineswegs zu wirklichen Anwendungen, weil der entstehende Strom weder stark, noch von gleich-

förmiger Stärke ist. Um meine Leser mit einem wirklich vorzüglichen und daher viel gebrauchten Mittel zur Erzeugung eines beliebig starken Galvanischen Stromes bekannt zu machen, folgt hier die Beschreibung des von Bunsen erfundenen und ihm zu Ehren in der angegebenen Weise benannten Apparats, welcher vor ähnlichen Apparaten sehr viele wesentliche Vorzüge hat. Es sei hier jedoch im Voraus bemerkt, daß die eigentlich nicht sehr einfache Theorie dieses Apparats an dieser Stelle nur höchst unvollkommen würde verstanden werden können, weshalb es vorgezogen worden, hier nur die Einrichtung und das Resultat der Zusammenwirkung der Theile zu beschreiben, wie er ist, während eine nähere Erörterung des Warum erst an passender Stelle im Folgenden gefunden werden wird.

Die Körper, durch deren gegenseitige Berührung in diesem Apparate die Electricitäten erregt werden, sind, wie auch schon der Name des Apparats andeutet, Zink und Kohle: zwei Körper, die sich nicht nur sehr vortheilhaft zeigen in Hinsicht auf die Stärke des erregten Stromes, sondern sich zugleich durch Preiswürdigkeit empfehlen. Die Kohle wird in Form eines hohlen Cylinders angewendet, welcher in ein Glasgefäß dicht eingesetzt ist, und zugleich oben mit einem die Kohle möglichst vollständig berührenden Zinkringe *a* versehen ist, welcher wieder mit dem Zinkbügel *b* aus einem Stücke besteht. Innerhalb dieses Kohlencylinders *) steht ein allenthalben gleich weiter Topf von gebranntem Thon, die Masse dieses Thoncylinders ist jedoch nicht dicht, sondern locker (porös). Während der zwischen diesem Thoncylinder und dem Glasgefäße gebildete Raum mit verdünnter Salpetersäure (d. h. Scheidewasser) gefüllt ist, enthält das Thongefäß verdünnte Schwefelsäure (Vitriol-Oel), worin ein hohler Cylinder *c*, mit Bügel *d*, beide aus Zink, getaucht ist. (Figur 4).

Es ist nun nach der Spannungsreihe § 9 einleuchtend, daß der Zinkring *a*, also auch der Bügel *b* stets positive Electricität enthält, während die durch Berührung mit Kohle auf dem Zink erregte negative Electricität sich durch die Flüssigkeit und durch das Thongefäß zum Zinkcylinder *c* und dadurch zum Bügel *d* fortpflanzt.

Es wird folglich der Bügel *b* der positive Pol, *d* aber der negative Pol heißen können, denn wenn man dieses offene Bunsen'sche Element schließt, so wird der Strom von *b* nach *d*

---

*) Oder vielleicht ebenso deutlich: dieser Röhre aus Kohle.

gehen, wie auch durch ein Pfeilchen in der Figur angedeutet worden ist.

Zu sehr vielen Anwendungen, wie unter Anderm auch zum Gebrauch beim Telegraphiren wünscht man Galvanische Ströme, deren Stärke bedeutend größer ist, als die Stärke eines durch ein solches einzelnes Element hervorgebrachten Stromes. Solche stärkere Ströme erlangt man, indem man eine der gewünschten Stromstärke entsprechende Anzahl der beschriebenen Elemente so mit einander verbindet, daß sie alle einen Strom in derselben Richtung zu erzeugen streben; dann wird der durch Zusammenwirken aller Elemente entstehende Strom nothwendig von entsprechend größerer Stärke sein, als der Strom eines einzelnen Elements: Weil aber in jedem Element der Strom vom Zinkcylinder *c* durch die Flüssigkeiten zum Kohlencylinder und dem Zinkbügel *b* geht, so muß man in einer aus mehreren Elementen zu bildenden zusammengesetzten Kette oder Galvanischen Batterie den Zinkbügel *d* des vorhergehenden Elements mit dem Zinkbügel *b* des folgenden verbinden, wie auch Figur 4, *a* erläutert, wo die Pfeilchen die Richtung des stattfindenden Galvanischen Stromes andeuten.

Indem wir nun ein Mittel kennen, beliebig starke Ströme hervorzubringen, können wir zur Betrachtung der Wirkungen dieser Ströme übergehen; und wenn wir auch nur schwache Umrisse aus diesem sowohl an Umfang und Wichtigkeit als Interesse unerschöpflichen Theile der Physik aufnehmen können, so werden diese uns unter Anderm doch schon Stoff genug an die Hand geben, um die Wirkungsweise der beschriebenen Apparats verstehen zu können.

§ 12. **Die Wirkungen des Galvanischen Stromes** sind so ungeheuer mannigfaltig, daß ich die Grenzen dieses Büchleins weit überschreiten würde, wenn ich sie auch nur aufzählen wollte. Dennoch kann ich in Erwägung der großen Wichtigkeit dieser Wirkungen, es mir nicht versagen, meine Leser wenigstens mit dem Hauptsächlichsten hiervon bekannt zu machen, indem ich zugleich die Hoffnung ausspreche, daß man mir es verzeihen werde, wenn ich mich hier ein wenig von dem eigentlichen Gegenstande dieses Buches entfernen sollte.

Die Wirkungen des Galvanischen Stromes sind wesentlich viererlei Art: I. magnetische; II. chemische; III. physiologische, und IV. die Galvanischen Licht- und Wärme-Erscheinungen.

I. Die magnetischen Wirkungen der Galvanischen Stroms, oder der **Electromagnetismus.** Für die Telegraphie ist der Electromagnetismus von größter Wichtigkeit, und daher sollen die hierher gehörigen Erscheinungen im dritten Abschnitt dieser physikalischen Vorkenntnisse für sich alleine abgehandelt werden.

II. Die chemischen Wirkungen des Galvanischen Stromes sind nicht weniger interessant, als zahlreich und wichtig. Besonders sind die Zerlegungen der Stoffe in ungleichartige Theile, d. h. die chemischen Zerlegungen interessant, und von diesen wollen wir die einfachste zuerst betrachten.

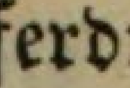
Die chemische Zerlegung des Wassers geschieht mittelst eines kräftigen Stromes und eines Apparats wie Fig. 5; dieser Apparat besteht aus einem Glasgefäße, durch dessen Wände die an zwei Platinplatten befestigten Platindrähte hindurchgehen; über jede dieser Platten wird ein kleines Gläschen gestellt. Man füllt den Apparat mit Wasser, wozu man, um die Leitungsfähigkeit für den Strom zu erhöhen, ein wenig Kochsalz gesetzt hat, und leitet nun den Strom bei + in den Apparat hinein, bei ÷ wieder aus demselben. Man wird dann bemerken, daß die Platinplatten sich mit kleinen Luftbläschen überziehen, welche nach und nach in die Höhe steigen, und aus den früher ganz mit Wasser gefüllten Gläschen *o* und *h* einen Theil Wasser verdrängen. — Diese Luft ist aber aus Wasser entstanden; und zwar befindet sich zu jeder Zeit des Versuchs über dem negativen Pole im Gläschen *h* ein doppelt so großes Maaß Gas, als im Gläschen *o* über dem positiven Pole. Eine nähere Prüfung zeigt, daß die über dem positiven Pole befindliche Gasart reines Sauerstoffgas ist, während *h* reines Wasserstoffgas enthält. Dieser Versuch lehrt also, daß das Wasser aus zwei Gasarten Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, in einem Maaßverhältnisse von 1 zu 2 besteht. Bringt man diese beiden Gasarten in eben demselben Verhältnisse unter solchen Bedingungen zusammen, daß ihre Vereinigung zu einem neuen, von beiden Bestandtheilen verschiedenen Stoffe*) überhaupt möglich ist, so verschwinden beide Gasarten als solche, und verbinden sich mit einander zu Wasser. — Daß überhaupt durch Vereinigung von Sauerstoffgas und

---

*) Eine solche Vereinigung zweier oder mehrerer Stoffe nennt man eine chemische; die Ursache dieser Vereinigung nennt man Affinität oder chemische Verwandtschaft.

Wasserstoffgas ein von beiden Körpern so verschiedener Körper, wie Wasser, gebildet wird, davon überzeugt man sich leicht, wenn man das mit Wasserstoffgas gefüllte Gläschen *h* umkehrt und einen brennenden Span über die Oeffnung hält: es fängt das Wasserstoffgas alsdann an, mit schwachleuchtender, aber sehr stark hitzender Flamme zu brennen; dadurch verbindet es sich mit dem Sauerstoffgase, welches reichlich in unserer Atmosphäre enthalten ist. So entsteht Wasser, welches freilich anfangs dampfförmig ist, sich aber bald an den verhältnißmäßig kalten Wänden des Gläschens verdichtet, und nun als flüssiges, chemisch reines Wasser erkannt werden kann. — Weil bei obiger Zerlegung des Wassers das Sauerstoffgas nach dem positiven Pol hinging, wird dasselbe von der + *E* dieses Poles angezogen worden sein, was nicht wohl anders begreiflich wird, als wenn man annimmt, daß Sauerstoffgas in diesem Falle (d. h. wenn es vorher mit Wasserstoff vereinigt war) negativ electrisch ist. Daher kann man Sauerstoff als den electronegativen Bestandtheil des Wassers bezeichnen. Auf ganz dieselbe Weise ergiebt sich Wasserstoffgas als den electropositiven Bestandtheil des Wassers.

Auf dem hier Angeführten stützt sich die ganz dem gegenwärtigen Jahrhundert angehörige, umfangreiche Wissenschaft der Electrochemie wo diese Grundsätze weiter verfolgt werden. Ich darf jedoch diesen Gegenstand hier nicht vollständig behandeln, bemerke nur, daß alle zusammengesetzten Körper im flüssigen (aufgelösten oder geschmolzenen) Zustande auf ähnliche Weise zersetzt werden können, wie das Wasser.

Doch kann ich diesen Gegenstand noch nicht ganz verlassen, sondern werde noch in aller Kürze eine der wichtigsten praktischen Anwendungen dieser Zerlegungen mittelst galvanischen Stromes andeuten, nämlich die Galvanoplastik, so genannt, weil der Galvanische Strom Gebilde der plastischen Kunst hervorbringt. — Ein sehr einfacher Apparat zu diesem Zwecke verschafft man sich, indem man, wie Fig. 6 zeigt, ein kleineres, unten mittelst thierischer Blase zugebundenes Gläschen *b* in ein größeres, weiteres Glas *a* durch Hülfe von umgewundenem, in 3 Träger auslaufenden Eisendrahte aufhängt. Das kleinere Glas *b* fülle man zum Theil mit Salzwasser (oder besser sehr verdünnter Schwefelsäure), während man im untern Glase *a* eine Auflösung von Kupfervitriol (auch blauer Vitriol genannt) hat. Ein Stückchen Zinkblech biege man ungefähr in dieser Weise  und verbinde es mit einem dünnen Kupferstreifen oder einem Kupferdraht,

doch so, daß zwischen beiden Metallen metallische Berührung stattfindet. Dieses Zinkblech *c* wird in das Salzwasser des Gläschens *b* getaucht, während der Kupferdraht umgebogen ist und in die Vitriol-Auflösung eintaucht, wo das Ende des Drahts den zu copirenden Gegenstand bei *d* berührt. Der Draht muß mit Ausnahme dieser Endfläche mit Harz, Lack, oder einem sonstigen Isolator überzogen sein. Durch Berührung zwischen Kupfer und Zink entsteht nun der nöthige Galvanische Strom, welcher in der Richtung von *d* nach *c* durch den Draht geht, und bewirkt, daß das aufgelöste Kupfervitriol, welches aus Kupfer, Sauerstoff und Schwefel besteht, seinen Kupfer nach und nach bei *d* an die Münze (Medaille oder was es nun sei, wovon man eben eimen Abdruck wünscht) abgiebt, diese überzieht, und nach Verlauf von wenigen Tagen einen hinreichend dicken Ueberzug erzeugt hat, um abgelöst werden zu können; während der gleichzeitig frei werdende Theil Sauerstoff und Schwefel zum Zink übergehen, wovon ein Theil mit diesem Schwefel und Sauerstoff zu Zinkvitriol in Verbindung tritt. — Hieraus folgt aber zugleich, daß man sowohl die Auflösung von Kupfervitriol, als auch die Zinkplatte von Zeit zu Zeit erneuern muß.

Wendet man z. B. eine Münze an, um davon einen Abdruck zu erhalten, so muß man erst die ganze Münze mit Ausnahme der Seite, welche grade copirt werden soll, mit einem Isolator (z. B. Wachs) überziehen, und darnach in den Apparat legen, wie angeführt. Man wird dann einen umgekehrten Abdruck erhalten, den man wiederum als Modell benutzen kann, wodurch man eine rechte Abbildung von der allergrößten Genauigkeit erhält. — Man kann sich jedoch auch vorher aus Wachs, Gips oder dergleichen ein Modell gießen, die zu copirende Fläche mit einem leitenden Körper, z. B. feinem Graphit, überziehen, und davon einen galvano-plastischen Abdruck nehmen. — Weiter können wir diesen Gegenstand nicht verfolgen, bemerken nur noch, daß man durch Anwendung passender Gold- oder Silber-Auflösungen, anstatt der Kupfervitriol-Auflösung andere Metalle auf diese Weise vergolden oder versilbern kann.

Die Theorie der Galvanischen Kette kann erst jetzt, nachdem wir mit den chemischen Wirkungen des Galvanischen Stromes bekannt geworden sind, mit einiger Vollständigkeit vorgetragen werden, weil die Lehre von diesen chemischen Wirkungen des Stromes zur

Erklärung der Vorgänge in den Elementen einer Galvanischen Kette unerläßlich ist.

Dem bisher gefolgten naturgemäßen Plane zufolge von dem Einfachern zum Zusammengesetztern übergehend, wollen wir auch hier denselben Weg einschlagen, und unsere Betrachtungen an die einfache Galvanische Kette § 10 anknüpfen.

Es wurde im genannten Paragraphen erwähnt, daß eine solche einfache Galvanische Kette wie Figur 3, nur einen sehr schwachen Strom zu erzeugen vermöge. Man würde jedoch einen beliebig starken Strom erlangen können, wenn man eine hinreichende Anzahl solcher einfacher Ketten so mit einander verbinden könnte, daß ihre Wirkungen in Hinsicht auf Hervorbringung eines Galvanischen Stromes sich summirten; ähnlich wie man ja jede beliebige noch so große ganze Zahl durch Zusammenlegen der Zahl Eins zu sich selbst erhalten kann. Eine solche Zusammenstellung einer beliebigen Anzahl einfacher Ketten oder Galvanischer Elemente ist jedoch sehr leicht möglich, denn man hat nur die Elemente so zu ordnen, daß sie insgesammt einen Strom in derselben Richtung erzeugen, denn dann wird der Strom bei gleichen Elementen nothwendigerweise so viel mal stärker sein, als der eines Elements für sich, als man Elemente zusammengestellt hat (gleichwie 10 Personen, welche desselben Weges gehen und jede gleich viel Kraft besitzen eine 10 mal größere Arbeit ausführen können, als wenn nur eine dieser Personen desselben Weges entlang ginge). Bei einer solchen Zusammenstellung muß folglich der negative Pol des vorhergehenden Elements mit dem positiven Pole des folgenden verbunden sein. — Eine möglichst einfache Verbindung dieser Art zeigt die Figur 7, wo 4 Plattenpaare zu einem Trogapparate zusammengestellt sind. Jedes dieser Plattenpaare besteht aus einer Kupferplatte und einer Zinkplatte, welche zusammengelöthet und in den gefirnißten Holzkasten *AB* so eingesetzt sind, daß zwischen je 2 Paaren ein Trog gebildet wird, und die Kupferplatten alle nach derselben Seite hinstehen. In jedem dieser Tröge wird Salzwasser, oder besser sehr verdünnte Schwefelsäure gegossen; dadurch wird nämlich nicht nur die Leitungsfähigkeit viel größer, als beim Gebrauch von Salzwasser, sondern die Wirkung wird auch aus den im Folgenden zu erläuternden Ursachen vergrößert.

Bevor wir auf die Verhältnisse, welche während der Thätigkeit dieses Apparats eintreten, näher eingehen, wollen wir den oben schon erwiesenen Satz, daß der Strom so viel mal stärker sei, als man

Elemente mehr als eins gebraucht, des bessern Verständnisses wegen unmittelbar an der Zusammenstellung der einzelnen Plattenpaare nachweisen. Es ist nämlich klar, daß alle Plattenpaare sich für den von irgend einem Plattenpaare erzeugten Strom als Leiter verhalten, und indem wir für die in den einzelnen Räumen enthaltenen Flüssigkeiten dasselbe annehmen, so wird sich also die Electricität einer jeden Platte nach der Seite hin, wo dieselbe von Flüssigkeit umgeben ist, ungehindert über den ganzen Apparat verbreiten. Durch die gegenseitige Berührung der beiden Platten K_1 und Z_1 wird der Spannungsreihe gemäß die Zinkplatte Z_1 positiv electrisch, die Kupferplatte K_1 negativ electrisch, und bezeichnen wir die erstere nach Art und Menge mit $+a$, die zweite mit $\div a$, so wird alles rechts von Z_1 im Kasten dieselbe Electricität $+a$ haben, wie Z_1 wogegen alles zur Linken befindliche $\div a$ besitzt. Der Zustand des Apparats in dem Falle, wo nur Z_1 K_1 als Electricität erregende Plattenpaar betrachtet wird, kann daher durch folgendes Schema dargestellt werden:

	$K_1 Z_1$	$K_2 Z_2$	$K_3 Z_3$	$K_4 Z_4$
Das erste Plattenpaar erregend, die andern leitend:	$-a, +a$	$+a, +a$	$+a, +a$	$+a, +a.$

Um das aus dem Zusammenwirken aller Plattenpaare hervorgehende Resultat zu erlangen, hat man also nur auf obige Weise jedes einzelne Plattenpaar zu betrachten, und die erhaltenen Größen für jede Platte zusammenzuzählen.

Also:	$K_1 Z_1$	$K_2 Z_2$	$K_3 Z_3$	$K_4 Z_4$
$K_1 Z_1$ erregend:	$-a, +a$	$+a, +a$	$+a, +a$	$+a, +a$
$K_2 Z_2$ "	$-a, -a$	$-a, +a$	$+a, +a$	$+a, +a$
$K_3 Z_3$ "	$-a, -a$	$-a, -a$	$-a, +a$	$+a, +a$
$K_4 Z_4$ "	$-a, -a$	$-a, -a$	$-a, -a$	$-a, +a$
Resultat:	$-4a, -2a$	$-2a, 0$	$0, +2a$	$+2a, +4a$

Es ist also die Electricität an den äußersten Platten grade 4 mal so groß, als in einem Plattenpaare der Fall sein würde; es wird die Kraft des Stromes daher 4 mal so groß sein, wenn man 4 Plattenpaare gebraucht, als bei 1 Plattenpaare. Damit wäre also der oben angeführte Satz erwiesen.

Die Richtung des entstehenden Stromes kann leicht nach dem obigen Schema bestimmt werden; denn man sieht, daß wenn man K_1 mit Z_4 (Figur 7) mittelst eines Kupferdrahts verbindet, von Z_4 positive Electricität gegen K_1 strömen würde, negative dagegen von K_1

gegen Z_4; im Schliessungsbogen geht folglich der Galvanische Strom von Z_4 nach K_1, oder allgemein von der letzten Zinkplatte zur ersten Kupferplatte wie auch das Pfeilchen in unserer Figur andeutet.

So stehen die Sachen im Augenblicke, wo die Kette durch den Schliessungsbogen geschlossen wird; aber sobald dies geschehen ist, wird die Flüssigkeit in jeder einzelnen Celle (zwischen zweien Plattenpaaren) von einem Galvanischen Strome durchströmt und zwar dem Vorhergehenden gemäß vom Zink aus zum Kupfer.

Nun haben wir aber erst vor Kurzem gesehen, daß Wasser durch den durchströmenden Galvanischen Strome zerlegt werde; und weil die Flüssigkeit in den Cellen dieses Apparats zum größten Theile Wasser ist, so müssen wir noch untersuchen, ob durch die folglich stattfindende Wasserzersetzung in dem Trogapparate vielleicht in Hinsicht des Galvanischen Stromes Veränderungen eintreten oder nicht; im letztern Falle bliebe also die Kraft des Trogapparats, nachdem dasselbe geschlossen worden, unverändert oder derselbe wäre constant. Im erstern Falle wird die Stärke des Stromes dagegen sich nach und nach verändern.

Um entscheiden zu können, welcher von diesen beiden möglichen Fällen wirklich Statt hat, müssen wir nach Anleitung der Seite 16 u. F. mitgetheilten Resultate über die Zerlegung des Wassers die Vorgänge in einer Celle des Trogapparats näher untersuchen. Wählen wir die zwischen Z_1 und K_2; hier geht der Strom durch die Flüssigkeit von Z_1 nach K_2, wie wir oben zeigten. Die Flüssigkeit ist aber der Annahme gemäß sehr verdünnte Schwefelsäure, das heißt: sehr viel Wasser mit etwas Schwefelsäure vermischt. Der Galvanische Strom zerlegt bekanntlich, während derselbe durch Wasser geht, einen Theil davon; also auch hier. Der Sauerstoff des Wassers geht dann zum positiven Pole (hier also Z_1), der Wasserstoff zum negativen Pol (hier die Kupferplatte K_2). Indem aber der eben aus dem Wasser geschiedene Sauerstoff mit der Zinkplatte in Berührung kommt, treten die kleinsten Theile dieser beiden Stoffe mit einander zu Zink-Sauerstoff oder (wie dasselbe gewöhnlich genannt wird) zu Zinkoxyd zusammen, welches sich wiederum mit einem Theile der vorhandenen Schwefelsäure zu schwefelsaurem Zinkoxyd verbindet, und in das Wasser auflöst, so daß die Zinkplatte oder der positive Pol nur dünner wird, sonst aber keine wesentliche Veränderung erleidet. In Hinsicht des positiven Pols des Apparats kann also keine Verän-

derung entstehen; wohl aber beim negativen Pol, denn diese negativ-electrische Kupferplatte überzieht sich nach und nach immer mehr mit dem positiv-electrischen Wasserstoff (ohne sich chemisch damit zu verbinden); der negative Pol wird dadurch also mehr und mehr zu einem positiven Pole, wodurch folgend die Stärke des Stroms, welche eben auf den Gegensatz des positiven und negativen Pols beruht, abnehmen muß; ja, wenn die Kupferplatte vollständig mit Wasserstoff überzogen ist, wird der Strom ganz aufhören müssen, weil der negative Pol dann gänzlich zu einem positiven Pole verwandelt ist und zwischen zwei positiven Polen kein Strom stattfinden kann. Man sieht demnach deutlich, daß: weil durch die in jeder Celle des Trogapparats statthabende Wasserzerlegung der negative Pol nach und nach zu einem positiven Pol verwandelt wird, der ursprünglich positive Pol (*Z*) aber unverändert bleibt, so wird die Stärke des Galvanischen Stromes eines Trogapparats, welche gleich nach Schließung des Apparats der Anzahl der Plattenpaaren entsprach, nach und nach bis auf Null abnehmen müssen. —

Der Strom eines Trogapparats ist daher keineswegs von gleichbleibender (constanter) Stärke, und weil man zu den mehrsten Zwecken grade constante Ströme zu erreichen sucht, so muß man diesen Trogapparat aufgeben, und statt dessen eine sogenannte constante Batterie anwenden. — Es ist aus dem Vorhergehenden unmittelbar ersichtlich, daß man, um eine constante Batterie herzustellen, sich bestreben muß, den Polwechsel des negativen Pols *) oder die sogenannte Galvanische Polarisation zu verhindern.

Nachdem wir aber gesehen haben, worin diese Galvanische Polarisation, welche zu verhindern ist, eigentlich besteht, kann es nicht schwierig sein, dieselbe wirklich schadlos zu machen. Zu dem Ende hat man nur den sich bei dem negativen Pole ausscheidenden Wasserstoff immer wegzunehmen, sobald derselbe eben im Begriff ist, sich an die Platte zu setzen. Dies kann sehr leicht bewerkstelligt werden, indem der negative Pol in verdünnte Salpetersäure gestellt wird; denn dann wird, wie das folgende Schema ausweist, der Wasserstoff gleich zu Wasser gesauerstofft (oxydirt), indem die Salpetersäure einen Theil ihres Sauerstoffs abgiebt und dadurch zu Stickstoffoxyd wird. — Weil nun der positive Pol von Schwefelsäure, der negative von Salpeter-

*) Welcher sich nämlich in einen positiven Pol umbildet.

säure umgeben ist, muß man zwischen beiden eine lockere Thonwand anbringen, welche diese Flüssigkeiten trennt, ohne den Galvanischen Strom irgendwie aufzuhalten. — Es würde aber nicht wohl gehen, nun Kupfer als negative Polplatte zu gebrauchen, weil die Salpetersäure dasselbe gar zu stark angreifen würde; man hat daher einen mehr negativ electrischen Körper, als Zink, zu nehmen, wie Platina, Eisen, Kohle u. s. w. *) Vor allen diesen verdient die Kohle aber den Vorzug, theils weil selbige auch zum Zink in einem größern electrischen Gegensatze steht (weil noch viele andre Körper zwischen Kohle und Zink stehen) und daher den stärksten Strom giebt. Man hat hier also bei einem constanten Elemente:

Zink, als positiver Pol; steht in verdünnter Schwefelsäure; eine lockere Thonwand trennt diese Flüssigkeit von der verdünnten Salpetersäure, worin die Kohle, den negativen Pol bildend, steht.

Auf diese Weise sind wir demnach zur Einrichtung der Bunsen'schen Batterie gekommen. Wir sehen nun, weßhalb diese Batterie grade in der im § 11 beschriebenen Weise construirt ist, und warum selbige eine constante Batterie genannt wird. — Die Form der Theile ist in der § 11 beschriebenen Weise gewählt, weil diese Gestalt der Elemente sich für Jeden leicht als vortheilhaft ergiebt. —

In Folge der oben in schwachen Zügen dargestellten Theorie, der constanten galvanischen Ketten wird man überhaupt eine solche Kette bilden können, wenn man irgend zwei verschiedene Körper der electrischen Spannungsreihe entnimmt und jeden einzeln in eine passende Flüssigkeit eintaucht. Auf diese Weise erhält man verschiedene constante Ketten, als: Bunsen's, bestehend aus Zink, Kohle und Flüssigkeiten; Grove's, aus Zink, Platina und Flüssigkeiten u. dgl. m.

III. Die physiologischen Wirkungen des Galvanischen Stromes. Nimmt man in jede, mit Salzwasser befeuchtete Hand ein Stück Metall, welches mit dem einen Pol einer Batterie in Verbindung steht, so erfährt man in dem Augenblicke, wo man die Kette schließt, einen mehr oder weniger starken Stoß in den Händen, ja bis zu den Schultern hinauf, besonders wenn man eine Batterie von recht vielen Elementen anwendet. Im Augenblick, in dem man die Kette

---

*) Siehe die Spannungsreihe in § 9.

wieder öffnet, empfindet man ebenfalls einen Stoß. Die Stöße, welche man in der Zwischenzeit erhält, rühren nur davon her, daß jeder Stoß eine krampfartige Zuckung der Hände bewirkt, wodurch der Strom verschieden stark in den Körper übergehen kann, und jedesmal, wenn die Stärke des Stromes im Körper sich ändert, empfindet man einen neuen Stoß — wie ja unser Gefühl überhaupt fähiger ist, bedeutende Unterschiede zu bemerken, als eine anhaltende Einwirkung in Hinsicht ihrer Größe zu schätzen. — Verbindet man den einen Poldraht mit einer Feile, und streicht man mit dem nach der andern Hand führenden Leitungsdraht darüber hin, so folgen die Stöße in rascher Folge auf einander, weil ja Schließung und Oeffnung der Kette rasch abwechseln. Auf letztere Art kann man mittelst verhältnißmäßig schwachen Strömen große physiologische Wirkungen hervorbringen.

Aber der Galvanische Strom wirkt nicht nur auf unser Gefühl, sondern ebenfalls auf den Gesichts-, Geschmack-, Gehör- und Geruch-Sinn, als Licht, Geschmack, Schall und Geruch.

IV. Die Galvanischen Licht- und Wärme-Erscheinungen. Beim Oeffnen oder Schließen der Kette nimmt man an der Stelle, wo dies geschieht, jedesmal einen hellleuchtenden Funken war, der aber nur ungemein kurze Zeit dauert.

Hierher gehört auch das stärkste künstliche Licht, welches man je zu Stande gebracht hat, nämlich der zuerst vom berühmten englischen Naturforscher Davy beobachtete Galvanische Flammenbogen. Zwei von einander isolirte Kohlenspitzen bringt man jede in leitende Verbindung mit dem einen Pol der Kette, und nachdem mau die Kette durch gänzliche Annäherung der Spitzen geschlossen hatte, trennt man diese Kohlenspitzen etwas von einander; dann erscheint der Flammenbogen zwischen diesen Spitzen Einen solchen mittelst einer Bunsenschen Batterie von 50 Elementen kann man mit bloßen Augen eben so wenig betrachten, als die Sonne zur Mittagszeit; — ein gefärbtes Glas muß die Augen etwas beschützen. Die Flamme eines Wachslichts verhält sich gegen das Licht dieses Flammenbogens wie ein dunkler Körper, denn dieselbe giebt einen deutlichen Schatten, wenn sie vom Flammenbogen beleuchtet wird! Ein Beweis, daß das Licht des Flammenbogens viele Mal stärker ist, als das der Wachskerze.

Nicht minder interessant sind die Wärme-Erscheinungen, welche man mittelst Galvanischer Ketten hervorbringen kann. Schaltet man einen dünnen Eisendraht in den Schließungsbogen einer Kette von großen Elementen ein, so wird dieses Drähtchen glühen; bei hin-

reichend starken Strömen schmilzt dasselbe augenblicklich und unter lebhaftem Funkensprühen! — Dies Glühen von Metalldrähten hat man auch schon praktisch zum Sprengen, sowohl zu Lande als auch unter Wasser, angewendet, und es empfiehlt sich dazu ganz besonders weil es ohne Gefahr für den Anzünder der Mine geschehen kann, und außerdem dadurch mehrere Minen zugleich gesprengt werden können. Das Wesentlichste dieser vorzüglichen Methode besteht in Folgendem: In der Mine, umgeben von Pulver, wird ein dünner Eisendraht zwischen zwei dickern Drähten ausgespannt. Diese Letzteren sind mit einer isolirenden Schicht umgeben, und stehen durch beliebig lange Metall-Drähte mit der ziemlich starken, in gehöriger Entfernung von der zu sprengenden Mine befindlichen Batterie in electrischer Verbindung. In dem Augenblick, wo man an der, vor jeglicher Gefahr sichern Stelle, die Batterie schließt, geht durch den vom Pulver umgebenen Drähtchen der Galvanische Strom, das Drähtchen fängt an zu glühen, entzündet dadurch das Pulver und die Sprengnng ist geschehen. Als Beispiel einer solchen Sprengung führe ich die großartige Sprengung eines Vorsprungs des Round-Down-Felsens im südöstlichen England an. Hierzu wurden 20000 Pfund Pulver gebraucht; nachdem man die 1220 Fuß entfernte Batterie geschlossen hatte, zündete die ganze Masse dieses Pulvers, und nach Verlauf von 4 bis 5 Minuten waren 2400 Cubikklafter (circa 2000 Millionen Pfund) Kreide in die 36 Klafter entfernte See begraben! Während des letzten Feldzuges in der Krim ist diese Sprengungsart bekanntlich oft in staunenswerthem Maaße angewendet worden.

Dritter Abschnitt.

Electromagnetismus.

---

§ 13. **Oerstedt's Entdeckung.** Wir wissen bereits, daß eine sich selbst überlassene Magnetnadel immer eine bestimmte Richtung annimmt, welche ungefähr von Süden nach Norden geht. Geht aber durch einen Kupferdraht ein Galvanischer Strom über der Nadel in der Richtung vom Südende zum Nordende, so weicht die Magnetnadel mit ihrem Nordende gegen Westen ab. Ueberhaupt wird die Magnetnadel immer aus ihrer Lage getrieben, wenn man den von einem Strome durchströmten Leitungsdraht in der Nähe der Nadel hält, und die jedesmalige Abweichung der Magnetnadel kann man nach dem folgenden Gesetze bestimmen. — Man denke sich nämlich eine kleine, menschliche Figur so in dem galvanischen Strome schwimmend, daß der Strom positiver Electricität von den Füßen zum Haupte der Figur gehe, und diese Figur ihr Gesicht der Magnetnadel zukehre, alsdann:

> weicht der Nordpol der Nadel immer nach der linken Seite der Figur ab.

Man sieht leicht, daß die oben erwähnte Abweichung nach Westen hiermit übereinstimmt. Diese Regel wurde von dem bekannten Ampère gefunden, und heißt, ihm zu Ehren, die Ampère'sche Regel.

Die erste Entdeckung der Wechselwirkung zwischen Magnetismus und Electricität in der hier angegebenen Form wurde im Jahre 1820 von dem berühmten dänischen Naturforscher Hans Christian Oersted*) in Kopenhagen gemacht, und durch diese Entdeckung legte er den

---

*) Im Jahre 1777 zu Rudkjöbing auf der kleinen dänischen Insel Langeland geboren.

Grund zum Electromagnetismus, sowie indirect zu allen hiervon abhängigen Wissenschaften, als die Lehre der Magneto-Electricität, der Thermo-Electricität u. s. w. In allen Landen, wo die Wissenschaften blühen, wurden kurz nach der Veröffentlichung der so wichtigen Oersted'schen Entdeckung hiervon abhängige Entdeckungen gemacht. Auch die ganze electromagnetische Telegraphie ist nur durch diese Entdeckung möglich geworden.

§ 14. **Der Multiplicator** ist in der electromagnetischen Telegraphie, sowie für den experimentirenden Physiker von der größten Wichtigkeit und muß deßhalb hier beschrieben werden.

Durch einen Kupferdraht von der Form *a b c d* (Fig. 7) leite man einen Galvanischen Strom in der durch die Pfeilchen bezeichneten Richtung. Ferner sei eine Magnetnadel *n s* mittelst eines feinen Fädchens in der Mitte des Rähmchens *a b c d* aufgehängt, wie die Figur zeigt. Endlich nehmen wir an, daß die Nadel und der Rahmen *a b c d* in einer Ebene liegen. Dann muß der Ampère'schen Regel zufolge der Nordpol *n* nach einwärts (in das Papier unserer Figur hinein) bewegt werden, weil in allen Theilen des Bogens *a b c d* die kleine Figur mit der linken Hand einwärts zeigt. Es muß also, weil die Wirkungen der Enden *ab*, *bc*, *cd*, *de* sich unterstützen, die Ablenkung der Nadel größer sein, wenn der Strom so um die Nadel geleitet wird, wie in der Figur, als wenn der Strom nur in der Richtung *a b* bei der Nadel vorbeigeführt würde. — Der Erdmagnetismus strebt dem § 4 zufolge die Nadel wieder in ihre anfängliche Ruhelage zu bringen und wirkt also der durch den Strom bewirkten Ablenkung gradezu entgegen. Diese Schwächung hebt man, wenn man statt der einen Nadel *n s* ein astatischer Nadelpaar gebraucht, d. h. zwei mit einander verbundene Nadeln, deren Pole entgegengesetzte Richtungen haben, wie unsere Figur 8 zeigt, wo *n s* den einen, *n' s'* den andern Magnet bezeichnet, *n* u. *n'* die Nordpole, *s* u. *s'* dagegen die Südpole beider Nadeln sind. Man sieht nämlich erstens: daß der Erdmagnetismus die eine Nadel immer die entgegengesetzte Stellung der andern zu geben sucht, und daher dieses Nadelpaar in jeder Richtung für sich allein in Ruhe kommen kann, so daß die oben erwähnte Schwächung der Ablenkung durch den Erdmagnetismus bei Anwendung eines solchen astatischen Nadelpaares nicht stattfinden kann. Man sieht aber endlich noch zweitens, daß der in der Richtung *a b c d e* kreisende Strom die Nadel *n' s'* der Ampère'schen Regel zufolge ganz nach derselben Seite (hier in der

Figur mit dem Südpol *s'* einwärts, dagegen *n'* auswärts, in Bezug auf die Ebene des Papiers) abzulenken sucht, wie sie die Nadel *n s* ablenkt, so daß also bei Gebrauch eines astatischen Nastelpaars, anstatt einer einfachen Nadel der Ausschlag auch noch aus diesem Grunde viel größer werden muß. Mittelst eines solchen Apparats wird man also schon durch schwache Galvanische Ströme eine bemerkliche Ablenkung erhalten, deren Größe die obere Nadel auf einem Blatte Papier, welches man etwa in *o p* angebracht hat, wie ein Zeiger einer Uhr angeben kann.

Führt man einen Draht 20, 30, 40 . . . . . Mal in derselben Richtung *a b c d e a b c* . . . . . um die untere Nadel, doch so, daß die Nadel Platz behält, um sich frei bewegen zu können, und sorgt man dafür, daß der Strom immer dem Drahte folgen muß *), so wird jede der Nadeln ungefähr 20, 30, 40 . . . Mal derselben Wirkung unterworfen, und es wird die von der obern Nadel angezeigte Ablenkung auch in einem ähnlichen Verhältnisse größer werden müssen. Man sieht also, wie man durch eine größere und größere Anzahl von Drahtwindungen eine größere und größere Abweichung der Nadeln bewirken kann, wenn man denselben Strom diese Windungen durchlaufen läßt, so daß, wenn man nur Windungen genug anwendet, schon ein sehr schwacher diese Windungen durchlaufender Strom eine bemerkbare Abweichung der Nadeln bewirken muß, und also dadurch erkannt werden kann. Ein solches Instrument ist also ein wahrer Anzeiger galvanischer Ströme und heißt darum auch **Rheoscop**, ein nach dem Griechischen gebildetes Wort ῥέω (rheo) heißt nämlich **fließen**, σκοπεω (skopeo) aber **beobachten**, **betrachten**. Man nennt dasselbe jedoch auch einen **Multiplicator**, weil die Wirkungen eines Stromes hierdurch in Hinsicht der Größe vervielfältigt oder **multiplicirt** werden.

Unsere Figur 9 stellt das Ganze eines solchen Multiplicators vor. Der besponnene Kupferdraht ist auf ein Rähmchen *a b c d* von Holz gewunden, und die Enden dieses Drahts, *r* und *q* werden mit dem in Hinsicht auf galvanischen Strom zu untersuchenden Körper verbunden. Die Ablenkung der Nadel und die Richtung **) derselben geben dann zu erkennen ob und in **welcher Richtung** ein Galva-

*) Dies bewirkt man dadurch, daß man den Draht seiner ganzen Länge nach mit einem Isolator, gewöhnlich Seidenfäden, umspinnt.

**) Durch Hülfe der Ampère'schen Regel, § 13.

nischer Strom diesen Körper durchströmt. — Das Uebrige der Fig. 9 bedarf wohl keiner nähern Erörterung.

§ 15. **Electromagnete.** Die Magnetisirung mittelst Galvanischen Stromes geschieht für Eisen und Stahl auf gleiche Weise; nur wissen wir nach § 5, daß das Eisen den erlangten Magnetismus verliert, sobald die magnetisirende Thätigkeit aufgehört hat, während Stahl dauernd magnetisch ist.

Zum Magnetisiren grader Stücke aus Eisen oder Stahl ist eine sogenannte Magnetisirungsspirale sehr zweckmäßig. Diese besteht aus einer durchbohrten langen Spuhle von Holz mit umgewundenem (mit Seide besponnenem) Kupferdraht Der Draht wird gewöhnlich rechts umgewunden. Schaltet man diese Spirale in den Schließungsbogen eines Bunsen'schen Elementes ein, so durchläuft ein Galvanischer Strom die ganze Drahtlänge der Spirale, und eine, in die Höhlung derselben gesteckte Eisen- oder Stahlstange wird augenblicklich vollständig magnetisirt. Der Südpol entsteht der Erfahrung gemäß an dem Ende der Stange, welches, dem Beschauer zugewendet, von dem Galvanischen Strom in der Richtung umkreist wird, in welcher sich die Zeiger einer Uhr bewegen. — Das hier Gesagte wird im Folgenden, wo Anwendungan davon gemacht werden, deutlicher werden.

Hat man auf diese Art Stahl magnetisirt, so nennt denselben einfach: Magnet, weil derselbe ja seinen Magnetismus selbstständig und unabhängig von der Fortdauer des galvanischen Stromes beibehält. Das Eisen ist jedoch nur so lange magnetisch, als der durch die Spirale gehende Strom dasselbe umkreist, und dieser Abhängigkeit von der Electricität (des Stromes) zufolge nennt man einen solchen Eisenstab mit Spirale einen Electromagnet.

Die Gestalt der Electromagnete ist jedoch gewöhnlich krampenförmig, und man hat dann entweder über jeden Zweig des Eisenkerns einen Magnetisirungsspirale gesteckt*), oder man hat den besponnenen Kupferdraht unmittelbar auf den Eisenkern gewunden, in der Weise, wie es die Figur 10 zeigt. Tritt also der positive Strom in den Draht bei +, so wird *s* der eben gegebenen Regel gemäß ein Südpol, *n* dagegen Nordpol.

Diese krampenförmige Electromagnete pflegt man in ein passenden

---

*) Dergleichen Electromagnete werdeu wir in der eigentlichen Telegraphie betrachten.

Gestell aufzuhängen. Ein Schenkel eines solchen Magnetes trägt im magnetisirten Zustande verhältnißmäßig nur sehr wenig; daher giebt man, wie in unserer Figur 10, dem Magnete erst ein Stück weiches Eisen mittelst beider Pole zu tragen, und erst an dies sogenannte Anker *a*, hängt man das zu tragende Gewicht. Wie schon erwähnt, trägt ein Electromagnet mittelst beider Schenkel weit mehr als doppelt so viel, als mit einem Schenkel; mit beiden Schenkeln pflegt ein solcher 20 bis 70 Mal so viel zu tragen, als mit einem, welches hauptsächlich davon herrühren mag, daß das mit *n* in Berührung stehende Ende des Ankers ein Südende, das andere ein Nordende wird, so daß zwischen Anker und Electromagnet ungleichnamige Pole einander berühren, welche sich gegenseitig anziehen (§ 2), und dadurch sich gegenseitig mit großer Kraft festzuhalten suchen.

Auf diese Weise kann man sich Electromagnete verschaffen, deren Anker erst vermittelst eines Gewichts von mehreren tausend Pfunden abgerissen wird. Es wird daher nicht befremden können, daß man bemüht gewesen ist, diese Kraft zum Triebe von Maschinen zu verwenden, oder sich electromagnetische Motoren zu verschaffen. Dies ist auch gewissermaßen gelungen. Vor allen Maschinen dieser Art zeichnen sich die von Stöhrer construirten durch ihre große Vollkommenheit aus. Obgleich die Möglichkeit der Maschinentriebes durch Electromagnetismus hieraus hervorgeht und auch noch unmittelbar dadurch bewiesen wird, daß Jacobi, der Erfinder der Galvanoplastik, schon im Jahre 1839 mittelst eines Apparats dieser Art, das von 64 Bunsen'schen Elementen den Galvanischen Strom erhielt, ein Boot*) auf der Newa in Bewegung setzte; so ist es bis jetzt doch leider nicht gelungen den Strom hinreichend billig zu erzeugen, um wirklich praktischen Gebrauch hiervon zu machen. So wie die Sachen gegenwärtig stehen, sind bei diesen Maschinen die Unterhaltungskosten gar zu groß im Verhältniß zur dadurch erzeugten, anwendbaren Kraft.

---

*) Dieses Boot war 28 Fuß lang, fast 8 Fuß breit und trug 14 Personen; es legte aber nicht einmal eine deutsche Meile in der Stunde zurück.

Zweite Abtheilung.

Die electromagnetische Telegraphie.

Erster Abschnitt.

Die electromagnetische Telegraphie überhaupt.

§ 16. Die Telegraphie (oder das Fernschreiben) in ihrer gegenwärtigen Vollkommenheit ist ausschließlich eine Geburt des gegenwärtigen, überhaupt an weltgeschichtlichen Epochen reichen Jahrhunderts. Den ersten Grundstein zur electro-magnetischen Telegraphie legte der Entdecker des Electromagnetismus, H. C. Oersted*) und zwar im Jahre 1820. Obgleich erst im Jahre 1833 in Deutschland von den berühmten Wissenschaftern Gauß und Weber in einer telegraphischen Verbindung der Göttinger Sternwarte mit dem ebendaselbst befindlichen physikalischen Kabinette die erste wirkliche Telegraphen-Linie auf der Erde errichtet wurde, so ist doch schon jetzt, also in einem Zeitraum von ungefähr 20 Jahren, der ganze von civilisirtern Völkern bewohnte Theil unsers Planeten mit einem Netze von Telegraphen-Linien überzogen. Hiervon kann das beigefügte Kärtchen, in so weit es nämlich den uns zunächst angehenden Theil der Erde betrifft, einen Ueberblick verschaffen.

---

*) Daher ist die über dem Eingange zur Königlichen Telegraphen-Station in Kopenhagen angebrachte Büste des Oersted ganz am rechten Orte, und die einfache Rundschrift: „H. C. Oersted. Electro-Magnetismens Opdager" nm diese Büste nur eine schwache Anerkennung des erwähnten Naturforschers Verdienst.

Ohne uns noch weiter über die Geschichte der Telegraphie zu ergehen, und die vielen vergeblichen Anstrengungen, eine solche zu errichten, anzuführen, gehen wir lieber gleich zur Darstellung der electromagnetischen Telegraphie über, welche jetzt, nachdem meine Leser mit den nöthigen Vorkenntnissen aus der Physik vertraut geworden sind, mit Leichtigkeit verstanden werden wird.

§ 17. **Das Princip der electromagnetischen Telegraphen.** Das zu jeglicher Telegraphie Erforderliche ist: in möglichst kurzer Zeit von einem Orte *A* aus in einen beliebig entfernten andern Ort *B* gewisse Zeichen bemerkbar zu machen, über deren Bedeutung man sich zuvor verständigt hat. Ist man also im Stande in möglichst kurzer Zeit irgend ein Etwas ganz nach Belieben von *A* nach *B* zu senden und kann man die Wirkungen dieses Etwas voraus bestimmen; so hat man die Aufgabe als gelöst zu betrachten.

Dem § 10 zufolge pflanzt sich ein galvanischer Strom mit sehr großer Geschwindigkeit in metallischen Leitungsdrähten fort; ja, diese Geschwindigkeit ist so groß, daß man mit den Amerikanern gern würde sagen können, die Fortpflanzung des Stromes in metallischen Leitungsdrähten geschehe „in no time". Indem man also zwischen den Oertern *A* und *B*, welche mit einander unterreden wollen, metallische Drähte ausspannt, und einen Strom hindurch leitet, so hat man der ersten Anforderung genügt, man hat einen Boten, welcher in äußerst kurzer Zeit von dem einen Orte zum andern geht. Es fragt sich nur noch, ob dieser Bote auch fähig sei, seinen Auftrag kund zu thun; alsdann wäre die Aufgabe, zu telegraphiren, völlig gelöst. — Nun wissen wir aber ferner dem § 12 zufolge, daß der Galvanische Strom Wirkungen verschiedener Art hervorbringen kann, so daß, um den obigen Vergleich weiter auszuführen, dieser electrische Bote wirklich durch gewisse Wirkungen seinen Auftrag würde kund thun können. Demgemäß wird man durch Hülfe des galvanischen Stromes immer eine Art Telegraphie zu Stande bringen können, und weil man verschiedene der Wirkungen des Stromes benutzen könnte, so hat man sogar die Wahl, und kann die vollkommenste Telegraphie diesen verschiedenen möglichen Telegraphien entnehmen. Durch Gebrauch der chemischen Wirkungen des Stromes würde man also eine electrochemische Telegraphie zu Stande bringen können u. s. w. Diese nach § 12 möglichen Telegraphien hat man auch wirklich schon versucht, aber doch nur eine derselben, die auf die magnetischen Wirkungen des galvanischen Stromes gegründete electro-magne-

tischen Telegraphie*) hat den Anforderungen vollkommen entsprochen, und wird deshalb auch bis jetzt ausschließlich angewendet.

Diese electromagnetische Telegraphie muß aber dem dritten Abschnitte der vorhergehenden physikalischen Vorkenntnisse gemäß wiederum zweierlei Art sein können: erstens kann man den galvanischen Strom auf eine fertige Magnetnadel wirken und dadurch diese Nadel beliebig rechts oder links abweichen lassen; und zweitens kann man in weichem Eisen durch den galvanischen Strom beliebig Magnetismus erregen, und durch Aufhörenlassen des Stromes diesen Magnetismus wieder verschwinden machen (siehe § 13 und § 15). Auf die erstere Art erhält man den sogenannten Nadeltelegraphen, indem man die Aufeinanderfolge der verschiedenen Abweichungen der Nadel mit bestimmten Begriffen verbindet. Auf die zweite Weise kann man (dem § 1 gemäß) ein Stück Eisen beliebig in Bewegung versetzen, und entweder hierdurch nur gewisse Zeichen hervorbringen, wie beim Drucktelegraphen; oder man kann einen Zeiger in Bewegung setzen, welcher auf einer mit dem Alphabete versehenen Scheibe einen beliebigen Buchstaben anzeigen kann, wie bei den sogenannten Buchstabentelegraphen.

Die beiden erstern Telegraphen (der Nadeltelegraph und der Drucktelegraph) sind die wichtigsten, und indem wir zu deren specieller Betrachtung übergehen, werden die hier dargestellten Grundzüge deutlicher werden. Ich möchte meine Leser jedoch bitten, diesen Paragraphen noch einmal wieder durchzusehen, nachdem sie schon die besondere Einrichtung der Telegraphen werden kennen gelernt haben.

§ 18. **Leitung des galvanischen Stromes.** Die erste Bedingung zur möglichen telegraphischen Verbindung zweier Oerter ist demnach diejenige, daß ein Galvanischer Strom zwischen beiden Oertern circuliren kann. Dies kann auf verschiedene Weise möglich gemacht werden.

Spannt man einen Metalldraht zwischen den beiden Oertern hin nnd zurück aus, so wird durch diesen Draht der Strom von dem einen Orte ausgehend zu dem andern gelangen und wieder nach seinem Ausgangspunkte zurückgehen können, vorausgesetzt, daß der Draht hinreichend isolirt sei (§ 7). Damit der Draht aber isolirt

*) Es ist wohl nicht ganz richtig, dieselbe electrische Telegraphie zu nennen, weil nicht nur die Electricität in Form des galvanischen Stromes, sondern auch der Magnetismus mit wirksam ist.

sei, muß man denselben von allen Seiten mit Isolatoren umgeben. Die Luft gehört bekanntlich mit zu den Isolatoren und folglich hat man nur nöthig, diesen Leitungsdraht auf hinreichend hohe Pfähle von Holz mittelst Glas, Harz oder sonstigen guten Isolatoren zu befestigen; dann wird der übrige, von der Luft umgebene Theil zugleich mit isolirt sein. Der Erfahrung gemäß leidet diese sonst vortreffliche Leitung an dem Uebel, daß die Witterung zu gewissen Zeiten Ströme darin erregt, welche also auf den Stationen verworrene Zeichen hervorbringen, und störend für die Telegraphie sind. Darum hat man sich viele Mühe gegeben, diese Leitung mit einer unterirdischen zu vertauschen, weil letztere mehr vom Einflusse der Witterung frei sein muß. Allen Bestrebungen ungeachtet hat man es bis jetzt doch noch nicht vermocht, eine vollkommene Leitung dieser Art herstellig zu machen, wenn es auch in einigem Grade gelingt, indem man den Leitungsdraht mit einer Guttapercha-Hülle umgiebt und dies zusammen in ein Bleirohr legt. — Die mehrsten Leitungen sind heutzutage demnach überirdische, und man hat sogar auf manchen Linien die Drähte wieder aus der Erde genommen und auf Pfähle über die Erde gelegt. Das Metall, welches man zu diesen Drähten anwendet, ist gewöhnlich Eisen, weil dies verhältnißmäßig billig ist; freilich würde den in § 7 mitgetheilten, durch Versuche gefundenen Zahlen zufolge, Kupfer besser zu dieser Leitung geeignet sein, welches aber nicht oft gebraucht wird, weil es so sehr viel theurer ist, als Eisen.

Bisher haben wir voraussetzen müssen, daß der isolirte Leitungsdraht nicht nur von einer Station zur andern, sondern nebenbei auch noch ein zweiter von dieser wieder zur ersten Station zurück gehe, oder daß man gewissermaßen einen doppelten Draht gebrauchen müsse; denn der Galvanische Strom kann nur existiren, wenn er wieder in sich selbst zurückkehren kann (§ 10). Der sonst überhaupt um die Telegraphie sehr rühmlich bekannte Steintheil fand im Jahre 1838, daß man das Erdreich selbst als Leiter für den Galvanischen Strom benutzen könne, und demgemäß wendet man heut zu Tage nur einen einfachen, isolirten Draht an, welcher mit den Batterien und zwei Erdplatten (d. h. große, in feuchtes Erdreich eingegrabene Kupferplatten) in Verbindung steht. Dann geht der Strom entweder von einer Batterie längs dem Leitungsdraht zur folgenden Station, hier zur Erdplatte und von da durch das Erdreich zur Erdplatte der ersten Station, von wo aus wieder zur Batterie, und so fort; oder: der Strom hat die entgegengesetzte Richtung, wenn man denselben

nämlich an seinem Ausgangspunkte in die Erde übergehen läßt. Wie diese Leitung durch das Erdreich eigentlich vor sich geht, vermag man nicht zu erklären, wenn schon Manche es behaupten wollen.

Da, wo der Leitungsdraht durch Meere getrennte Oerter verbinden soll*), senkt man den Draht ins Meer. Weil das Wasser aber zu den guten Leitern der Electricität gehört, muß man den Draht sehr sorgfältig isoliren und, um den immer schwierigen Reperaturen möglichst zu entgehen, den Draht mit einer hinreichend starken Hülle von wasserdichtem Materiale umgeben. Wegen größerer Sicherheit wider Zerstörungen der Leitung pflegt man mehrere Drähte neben einander (aber gegenseitig isolirt) zu legen; wenn alsdann auch ein Draht schadhaft wird, kann man einen der übrigen anwenden und entgeht dadurch wenigstens einer augenblicklichen Unterbrechung der telegraphischen Verbindung und Reperatur des Leitungsdrahts.

Anmerkung. Eine Stangen- oder überirdische Leitung mit Eisendraht kostet circa 250 Rthlr. preußisch, mit Kupferdraht aber gegen 550 Rthlr. preuß. für jede Meile (24000 Fuß).

*) Siehe die Karte: zwischen Schweden und Seeland; Seeland und Fünen; Fünen und Jütland; England und dem Continent; Italien und Corsika, u. s. w.

Zweiter Abschnitt.

Der Nadeltelegraph.

§ 19. **Der Apparat.** Aus dem im § 17 angegebenen Principe der Nadeltelegraphen wird es uns leicht sein, die Einrichtung des zum Telegraphiren nothwendigen Apparats abzuleiten. Das Princip besteht nämlich darin, daß man zu beliebiger Zeit einen Galvanischen Strom von der sprechenden Station (welche wir im Folgenden immer mit *A* bezeichnen wollen) nach derjenigen Station hinsendet, für welche die Nachricht bestimmt ist. Letztere Station werden wir fortwährend mit *B* bezeichnen. Diesen von *A* aus nach *B* gehenden Strom soll man ferner dem angeführten Principe zufolge in *B* bei einer leichtbeweglichen Magnetnadel vorbeiführen, welche dann nach einer Richtung, die nach der Ampère'schen Regel zu bestimmen ist, aus ihrer Ruhelage abweicht. Wollte man aber den Strom nur durch den in *B* befindlichen Schliessungsbogen bei der Magnetnadel vorbeiführen, so würde dieselbe keine leicht bemerkbare Ablenkung erleiden. Denn zu einer Ablenkung bei einmaligem Vorbeigehen des Stromes wird schon ein ziemlich starker Strom erfordert, während der von *A* entsandte Strom, wenn er in *B* ankommt, durch Ueberwindung des Widerstandes den der Draht ihm entgegensetzte, so sehr geschwächt ist, daß derselbe in *B* nur noch eine geringe Kraft besitzt; es sei denn, man wolle außerordentlich große Batterien anwenden, welche aber gar zu theuer zu unterhalten sein würden. Daher muß man die schwache übrige Kraft des Stromes in *B* gewissermaßen viele Male nach einander anwenden, indem man einen längeren Draht an die Nadel vorüberführt. Am Zweckmäßigsten wird dies durch Hülfe des Multiplicators (§ 14) erreicht, der die einfache Wirkung des Stromes gewissermaßen vervielfacht oder multiplicirt. Aber es würde nicht bequem sein, diesen Multiplicator ganz so zu gebrauchen, wie wir ihn im § 14 beschrieben haben, weil dann die Nadeln horizontal wären,

und man ziemlich gebückt stehen müßte, um genau zu sehen, nach welcher Seite die jedesmalige Ablenkung der Nadel statt hat. Deßhalb pflegt man den ganzen Multiplicator aufrecht zu stellen, so daß die eine Nadel wie die Zeiger einer Stubenuhr vor einem Zeigerblatte zu sehen ist. Hierdurch wird natürlich die Einrichtung und die Wirkung des Multiplicators nicht im Geringsten verändert werden können. Einen solchen verticalen Multiplicator muß man also auf jeder Station haben, welche eine Nachricht soll empfangen können.

Um aber die beiden Zeichen in *B* beliebig hervorrufen zu können, muß man auf der Station *A* eine Vorrichtung haben, mittelst welcher man ganz nach Belieben einen Strom nach *B* entweder hin durch den Leitungsdraht, zurück durch die Erdleitung; oder hin durch die Erdleitung und zurück durch die Drahtleitung führen können. Man muß in *A* also nicht nur eine kräftige Galvanische Kette in die Leitung eingeschaltet haben, sondern auch die Stromrichtung beliebig in dieser Leitung verändern können, sowie man auch den Strom beliebig muß unterbrechen können. Dieses geschieht durch einen Apparat, den man Schlüssel nennt, und der sich folglich auf jeder sprechenden Station *A* befinden muß.

Endlich ist man aber keineswegs zufrieden gestellt, wenn man von gewissen Stationen nur nach andern Stationen Nachrichten hingelangen lassen, d. h. Depeschen abschicken kann, während man an andern Stationen nur Nachrichten empfangen könnte, sondern man wünscht auf jeder Telegraphen-Station, sowohl Depeschen abschicken, als auch (wenigstens zu andern Zeiten) Depeschen empfangen zu können. Demgemäß muß man auf jeder Station einen verticalen Multiplicator und einen Schlüssel haben, welche man der größern Bequemlichkeit wegen in einem Gehäuse vereinigt.

Einen solchen Apparat stellt uns die Figur 11 dar, wo man den Betrachter seitwärts vor dem Apparate stehend denken muß, während Figur 12 denselben Apparat schräg von hinten gesehen darstellt. Um die innere Einrichtung sichtbar zu machen, ist in dieser letzten Figur das Gehäuse weggelassen.

Der verticale Multiplicator nimmt den obern Theil des Apparats ein. Man sieht in Fig. 11, wie die als Zeiger dienende Nadel vor dem Apparate angebracht ist. Zwei kleine Stiften hindern die Nadel größere Ausschläge zu machen, als beim geschwinden Telegraphiren zulässig sind. In Fig. 12 sieht man dagegen, wie der von einer Klemmschraube bei *i* kommende Draht um ein Holzgerüst

gewunden ist, und nachher zur Schraube in *k* geht; außerdem sieht man wie die mit der in Fig. 15 sichtbaren Nadel astatisch verbundene Nadel dieser Fig. 12, sich zwischen den Windungen des Drahts bewegen kann.

Im untern Theile der Figur 12 erblicken wir den Schlüssel. Die Einrichtung desselben wird leicht begriffen werden, nachdem untersucht worden ist, welchen Zweck derselbe zu erfüllen hat. Wie schon weiter oben angegeben worden ist, dient der Schlüssel zu Folgendem: 1) ganz nach Belieben einen Strom von der Batterie in *A* nach der Station *B* zu senden; und 2) diesem Galvanischen Strom ebenfalls nach Belieben in zwei verschiedenen Richtungen von der Batterie ausgehen zu lassen. In der Figur 11, *a* sei *E* das Ende des in *A* nach der Erdplatte gehenden Drahts, *L* das Ende des zur folgenden Station *B* gehenden Leitungsdrahtes. Alsdann müssen *E* und *L* im gewöhnlichen Zustande, wenn man den von der Station *B* möglicher Weise zum Telegraphiren entsandten Strom nicht unterbrechen will, durch eine metallische Leitung mit einander verbunden sein, wie die Figur 11, *a* zeigt. Will man aber von der hier betrachteten Station *A* einen Strom nach *B* senden in der Weise, daß derselbe durch die Erdleitung nach *B* hineilet, und durch den Leitungsdraht wieder zurückfährt, so muß der positive Pol einer Galvanischen Kette mit dem Drahtende *E*, der negative aber mit dem Drahtende *L* in Verbindung stehen; also in der Weise, wie in der schematischen Figur 11, *b* angedeutet ist, wo außer den vorigen Bezeichnungen der positive Pol (+) einer Galvanischen Batterie mit *Z*, der negative mit *K* bezeichnet ist. Zu gleicher Zeit muß die im vorigen Falle statthabende unmittelbare Verbindung zwischen *E* und *L* aufgehoben sein. — Soll der von der Station *A* ausgesandte Galvanische Strom aber die entgegengesetzte Richtung in der Leitung zu *B* haben, so muß man *Z* mit *L*, und *K* mit *E* verbinden, ohne daß irgend eine der beiden vorhergehenden Verbindungsarten stattfände. In diesem Falle geht der Strom von *Z* zu *L*, durch die Drahtleitung nach *B*, durch die Erdleitung zurück nach *E* und von da nach dem negativen Pole *K* der Batterie. — Aus Diesem geht demnach deutlich genug hervor, daß man durch Hülfe des Schlüssels beliebig eine der folgenden drei Verbindungen zwischen den Drahtenden *E* und *L* muß zu Wege bringen können:

1) *E* unmittelbar verbunden mit *L*;

2) *L* mit *Z* und gleichzeitig *E* mit *K*;

3) *L* mit *K* und gleichzeitig *E* mit *Z*.

Das Wesentliche dieses Schlüssels ist eine runde Scheibe aus Holz, welche mittelst eines Griffes gedrehet werden kann und auf passende Art mit Metallstücken versehen ist. Schematisch ist eine solche Scheibe auf der mit *B* bezeichneten Station der Figur 13 dargestellt. Man sieht die runde Scheibe mit dem Handgriffe *g* in der Mitte desselben; der Rand dieser Scheibe wird an vier Stellen von Federn aus Messing berührt. Von diesen Messingfedern steht *a E* mit der Erdplatte, *d L* mit dem Leitungsdrahte, *b Z* mit dem positiven Pol und *c K* mit dem negativen Pole der in *B* befindlichen Galvanischen Batterie in Verbindung. Die Anordnung ist also ganz wie in den vorigen Figuren. In den Rand dieser Holzscheibe sind 7 kleine (in der Figur mit schwarzem Druck angegebene und nummerirte) Messingstücke eingelegt, welche auf eine näher zu beschreibende Art mittelst der in der Figur durch schwarze Linien angedeuteten Messingdrähte verbunden sind; diese Drähte aber sind gegenseitig isolirt, (§ 7) Sehen wir nun wie jede der drei Verbindungsweisen durch diese Vorrichtung ermöglicht wird.

Erstens. Die unmittelbare Verbindung zwischen *L* und *E*. Man stellt den Griff der Scheibe aufrecht, wie in *B* (Fig. 13), und legt an die Berührungsstelle mit der Feder *a* ein Messingstückchen 2 ein, bei *d* gleichfalls ein mit 7 bezeichnetes, aber längeres. Zwischen diesen wird, wie die Figur zeigt, das Stück 5 gelegt, und endlich diese drei Messingstücke mittelst eines Messingdrahtes mit einander verbunden. Alsdann sieht man ein, daß ein von der andern Station *A* kommender Strom ungehindert durch die Unterbrechungsstelle zwischen *L* und *E* gehen kann; denn käme der Galvanische Strom in der Richtung von *L* nach *E*, so würde derselbe von *L* nach *d* und 7, durch den Draht nach 5, von da nach 2, *a* und *E* gehen können; und in der entgegengesetzten Richtung, wenn der Strom bei *E* ankäme. Stellt man also die Scheibe so, daß der Griff *) *g* vertical (senkrecht) steht, oder mit andern Worten: hat der Schlüssel seine Ruhestellung (*o*), so kann ein von einer andern Station *A* kommender Strom ungehindert durch den Apparat der Station *B* gehen.

Zweitens: Die (Figur 13, Station *A*) Verbindung zwischen

---

*) Der leichteren Uebersicht wegen wollen wir diesen Griff mit Null bezeichnen.

L Z und *E K*, welche man zu Wege bringen muß, um von einer Station einen Galvanischen Strom durch den Leitungsdraht zur folgenden Station hin senden zu können, wird durch Drehung des Schlüssels wie auf der Station *A* (Figur 13) bewerkstelligt. Man dreht nämlich die Scheibe mittelst des Handgriffes *g* so weit rechts, daß das mit 5 bezeichnete Messingstückchen mit der Feder *Zb* in Berührung kommt. Das Stück 7 ist so lang, daß es noch nach dieser Drehung von *d* berührt wird. Es geht also die im *Z* befindliche positive Electricität der Batterie *H* durch *Zb* nach 5, durch den Draht nach 7, von hier nach *dL*. Zu gleicher Zeit ist an diejenige Stelle der Scheibe, wo nun die Feder *Kc* anliegt, ein mit 6 bezeichnetes Stück Messing eingefügt, und durch einen Messingdraht mit dem Messingstückchen 3 bei *a* verbunden, wodurch die negative Electricität von *K* ungehindert nach *E* gelangen kann. Der Lehre vom Galvanischen Strome zufolge wird *H* also bei diesem Rechts-Griff, den wir der Kürze wegen mit *r* bezeichnen werden, einen Galvanischen Strom von *A* durch den Leitungsdraht nach *B* senden. Dadurch ist also die zweite Verbindungsweise zu Wege gebracht.

Drittens wäre nun noch die Verbindung zwischen *LK* und *EZ* mittelst dieser Vorrichtung herzustellen. Zu dem Ende macht man den Links-Griff, das heißt, man dreht die Scheibe mittelst des Handgriffs *g* so viel links, daß das mit 5 bezeichnete Messingstückchen nun mit der Feder *c K* in Berührung gekommen ist. Dann stehen die Federn *c K* und *d L*, (wie auf der Station *A* in Figur 14 zu sehen) mit einander in Verbindung. An den Stellen, wo nun die Federn *a* und *b* gegen den Rand der Scheibe andrücken, sind zwei mit den Zahlzeichen 1 und 4 bezeichnete Messingstücke eingelassen, welche durch einen Messingdraht verbunden sind; es ist hierdurch also auch *Z* mit *E* verbunden, und folglich die dritte Verbindung zu Wege gebracht. Man sieht, daß bei dieser Stellung des Schlüssels der von der Batterie *H* der Station *B* entsandte Galvanische Strom durch die Erdleitung zur nächsten Station hingeht.

Wir sehen also, daß wenn man auf einer Station:

1) den Null-Griff (*o*) macht, so kann der von der folgenden Station entsandte Galvanische Strom ungehindert seinen Weg fortsetzen;

2) den Rechts-Griff (*r*) macht, so sendet man einen Strom durch den Leitungsdraht zur folgenden Station, und zurück durch das Erdreich;

3) den Links-Griff (l) macht, so schickt man einen Galvanischen Strom durch die Erdleitung zur nächsten Station, zurück aber durch die Drahtleitung.

Unsere früher mitgetheilten Figuren 11 und 12 zeigen, wie die hier in Figur 13 und 14 schematisch dargestellten Gegenstände im untern Theile des Apparats aufgestellt sind. Man sieht in Figur 12 die mit den Messing-Einlagen versehene Holzscheibe sammt den Messingfedern, welche auf der Unterlage bis nach E, Z, K, L fortlaufen, wo in kleine Säulen von Metall die in den Figuren 13 und 14 durch Linien angedeuteten Drähte befestigt werden. Die Scheibe ruht mittelst einer Axe in der in Figur 12 sichtbaren Säule, während man unten in Figur 11 den vorhin mit g bezeichneten Handgriff wiederfindet. Zugleich ist eine Vorkehrung getroffen, daß die Scheibe nur grade so weit rechts oder links gedreht werden kann, als zu den Griffen r und l nothwendig ist; hierdurch wird verhindert, daß die Federn an unrichtigen Stellen aufliegen, wenn man in rascher Folge die Scheibe in ihre verschiedenen Stellungen versetzen soll, wie beim Telegraphiren.

Nachdem wir nun sowohl den verticalen Multiplicator als auch den Schlüssel ausführlich beschrieben haben, werden wir es versuchen auf möglichst einfache Weise darzustellen, wie diese beiden Vorrichtungen im Apparate der Nadeltelegraphen mit einander verbunden sind. — In Figur 12 sieht man, daß die Feder $d\ L$ keineswegs aus einem Stücke, sondern aus zwei getrennten Theilen $d\ i$ und $k\ L$ bestehe; die dadurch entstehende Unterbrechung in der Leitung wird durch den Multiplicator Draht wieder ausgefüllt, indem die Enden dieses Drahts mit i und k in Verbindung stehen, wie die Figur 12 zeigt. In den Figuren 13 und 14 ist diese Einschaltung des verticalen Multiplicators zwischen i und k auf jeder Station der größern Uebersichtlichkeit wegen jedoch nur angedeutet worden. Aus dieser Verbindungsweise erhellet, daß jeder den Leitungsdraht zwischen zweien Stationen durchlaufende Galvanische Strom zugleich alle Wendungen des Multiplicators jeder Station durchlaufen muß. Dies kann aber nicht vor sich gehen, ohne das die Nadeln aus ihrer Ruhelage abgelenkt werden, und es kommt nun endlich nur noch darauf an, zu untersuchen, in welcher Beziehung diese Ablenkungen zur Stromrichtung im Leitungsdrahte stehen.

Hat der Strom (wie in Figur 13) im Leitungsdraht die Richtung von A nach B, so werden wir durch Hülfe der Ampère'schen Regel

(§ 13) leicht finden, daß die Nadeln an beiden Stationen nach der rechten Seite hin ausschlagen müssen. Auf beiden Stationen wird nämlich die kleine Figur, welche wir uns im Galvanischen Strome schwimmend denken, die Füße nach unten kehren in dem Drahttheile in welchem der Strom von unten nach oben geht; die kleine menschliche Figur wendet aber ihre linke Hand nach der rechten Seite unserer Zeichnung, weil dieselbe ihr Gesichtchen immer gegen die Nadel gerichtet hat. In dem folgenden Drahttheile zeigt die Figur ebenfalls mit ihrer linken Hand nach der rechten Seite der Zeichnung, wie man leicht nach der angeführten Regel erfährt, und auch bereits in Folge der Theorie des Multiplicators (§ 14) weiß. Weil nun alle Windungen der verticalen Multiplicatoren mit der in Fig. 13 angedeuteten, eben betrachteten Windung gleichlaufend sind, so wird die kleine Figur in allen diesen Windungen ihre linke Hand immer nach nach der rechten Seite unserer Zeichnung hinhalten und es wird folglich auf jeder Station die Multiplicator-Nadel rechts abgelenkt, wenn der Strom im Leitungsdrahte die vorausgesetzte Richtung von *A* nach *B* hat. Nach Seite 40, 2° hat der Strom diese Richtung, wenn man auf der Station *A* den Handgriff *g* rechts dreht.

Hat der Strom aber die entgegengesetzte Richtung, von *B* nach *A*, wie in Figur 14, so wird der Ampère'schen Regel zufolge auch die Ablenkung der vorigen entgegengesetzt, also links sein, weil nun die kleine menschliche Figur ihre linke Hand immer nach der dem vorigen Falle entgegengesetzten, der rechten Seite, hält. Weil diese Stromrichtung aber erzeugt wird, wenn man in *A* den Links-Griff macht, so sieht man, daß gleichzeitig mit diesem Griff auf beiden Stationen die Multiplicator-Nadel links abgelenkt wird.

Wir haben demnach gefunden, daß, wenn man auf der Station *H* den Griff *r* macht auf beiden Stationen die Nadel rechts abweicht, während sie links abweicht, wenn in *A* der Links-Griff (*l*) gemacht wird. —

§ 20. **Gebrauch des Apparats** oder das **Telegraphiren.** Nachdem wir die Zusammenstellung und Wirkung der Apparate kennen gelernt haben, wird es leicht sein, das eigentliche Telegraphiren mit dem Nadeltelegraphen zu begreifen. Es sei *A* (Fig. 13) die sprechende Station; der Station *B* dagegen sei eine Nachricht von *A* aus mitzutheilen. Die Station *B* soll also eine Depesche empfangen, hat folglich ihren Schlüssel so zu stellen, daß jeder etwa von *A* kommende Galvanische Strom ungehindert seinen Weg nach *A* zurück fortsetzen

könne, wozu bekanntlich erfordert wird, daß man den Schlüssel in *B* in seiner Ruhelage halte, oder den Griff *o* mache. Weil man aber in *B* unmöglich wissen kann, zu welcher Zeit man wohl von *A* aus nach *B* etwas zu telegraphiren habe, so muß man in *B* immer im Stande sein, eine Depesche von *A* zu empfangen, wenn man von *B* aus nicht etwa selbst etwas nach *A* telegraphire. Hieraus ergiebt sich nun als erste Regel des Telegraphirens:

Auf jeder nicht sprechenden Station muß der Schlüssel fortwährend in seiner Ruhelage (0) stehen.

Für die Anordnung der Apparate wie in Figur 13 und 14 fanden wir oben die folgende Regel.

Macht man in *A* den Rechts-Griff, so weicht die Nadel auf beiden Stationen *A* und *B* nach rechts ab; und macht man in *A* den Links-Griff, so wird die Nadel sowohl in *A* als auch in *B* nach links abgelenkt.

Mehr bedürfen wir nicht, um von *A* beliebig mit *B* telegraphiren zu können; denn aus diesen beiden Zeichen, Ablenkung rechts und Ablenkung links, welche man auf diese Art nach obiger Regel von *A* aus ganz nach Belieben in *B* hervorbringen kann, wird man sich durch verschiedene Aufeinanderfolge alle nöthigen Schriftzeichen bilden können. Bezeichnen wir, wie früher, der Kürze wegen die Ablenkung rechts durch *r*, die Ablenkung links durch *l*, so könnte man aus diesen beiden Elementar-Zeichen *r* und *l* sich etwa folgendes Alphabet bilden:

A = *l l*	*N* = *r r*
B = *l l l*	*O* = *r r r*
C = *l l l l*	*P* = *r r r r*
D = *r l*	*Q* = *l r*
E = *r l l*	*R* = *l r r*
F = *r l l l*	*S* = *l r r r*
G = *r r l*	*T* = *l l r*
H = *r r l l*	*U* = *l l r r*
J = *r r r l*	*V* = *l l l r*
K = *l r l*	*W* = *r l r*
L = *l r l r*	*X* = *r l r l*
M = *l r r l*	*Y* = *r l l r*

Z = *l*.

und weil nun der Griff *r* den Ausschlag *r*, der Griff *l* den Ausschlag *l* auf beiden Stationen zur Folge hat, so hat man

um einen beliebigen Buchstaben von *A* nach *B* zu telegraphiren in *A* nur die, den gewünschten Ablenkungen entsprechenden Griffe zu machen.

Um also den Buchstaben *C* von der Station *A* nach der Station *B* hin zu telegraphiren, braucht man auf der Station *A* nur die Griffe *l l l l*, das heißt, viermal nach einander den Griff *l* zu machen. Ebenso erkennt man in *B*, daß man dahin ein *L* telegraphirt habe, wenn die Nadel in *B* nach einander, links, rechts, links, rechts abgelenkt wird, welches wiederum nur dann geschieht, wenn auf der Station *A* : *l r l r* gegriffen wird, u. s. w. (siehe das Alphabet Seite 43).

Kann man aber von *A* nach *B* Buchstaben telegraphiren, so kann man auch Worte, folglich auch ganze Sätze telegraphiren. Es würde jedoch hier eben so wenig gehen, in einem fort zu greifen, wie man etwas Geschriebenes würde lesen könnte, wenn, anstatt die Buchstaben neben einander zu setzen, man den einen auf den andern schriebe. Es würde nicht möglich sein aus folgenden Ablenkungen der Nadel:

r l l l l r r r

mit Leichtigkeit und bestimmt das Wörtchen „das“ zu lesen; es könnte dem oben gegebenen Alphabete zufolge eben so gut „*d z a o*“, „*d a q n*“ u. s. w. heißen, denn zu allen diesen verschiedenen Silben ist dieselbe Reihefolge dieses Zeichen nöthig. Um daher deutlich zu sein, muß man:

jedesmal, nachdem man einen Buchstaben gegriffen hat, einen Augenblick mit dem Greifen inne halten,

indem man den Null-Griff einen Augenblick anhält oder den Schlüssel ein Wenig in seiner Ruhelage verweilen läßt. Um das Wörtchen „das“ zu telegraphiren, darf man auf der Station *A* also nicht, wie vorhin:

r l l l l r r r

greifen, sondern:

r l 0 *l l* 0 *l r r r*

welches man der Kürze wegen lieber so schreiben könnte:

rl ll lrrr

Ebenfalls muß man die Worte von einander trennen, welches gleichfalls in der Schrift geschieht, und zwar

durch größere Pausen, als die einzelnen Buchstaben.

Um zum Beispiel die Worte:

„Schreiben Sie . . . .“

zu telegraphiren, darf man nicht greifen:

lrrr llll rrll lrr rll rrrl lll rll rr lrrr rrl rll

sondern man muß greifen:

lrrr llll rrll lrr rll rrrl lll rll rr   lrrr rrl rll

indem man nämlich zwischen je zwei Wörtern eine größere (hier durch einen weißen Zwischenraum angedeutete) Pause machen muß.

Wenn hinzugefügt wird, daß man sich ähnliche Zeichen für die nöthigen Interpunktionszeichen, als: Komma, Ausrufungszeichen u. s. w., so wie für die Zeichen 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8; 9 (woraus man bekanntlich alle Zahlen bilden kann) gewählt hat, so, hoffe ich, wird man jetzt mit dem eigentlichen Telegraphiren mittelst dieses Nadeltelegraphen hinreichend vertraut sein.

Alles nur für angehende Telegraphisten Wichtige übergehend, werden wir, bevor wir diesen Telegraphen verlassen, noch auf einen interessanten und keineswegs so bedeutungslosen Punkt aufmerksam machen, nämlich auf die zum Telegraphiren erforderliche Zeit. Weil der Galvanische Strom von der sprechenden Stationen ausgeht, und sich mit einer äußerst großen Schnelligkeit fortpflanzt, indem derselbe in einer einzigen Secunde ungefähr 3200 geographische Meilen im Leitungsdraht zurücklegt, so ist die Zeit, welche zur Fortpflanzung von einer Station zur nächsten nöthig ist, für Nichts zu achten, und folglich entstehen an beiden Orten *A* und *B* die Zeichen gleichzeitig; sie werden also in *B* abgelesen werden können, sobald man sie in *A* gemacht hat, und mithin ist die Zeit zur Beförderung einer

Nachricht mittelst electromagnetischen Telegraphen grade so groß, als die, welche zum Greifen der Zeichen, oder zum Schreiben der telegraphischen Zeichen nöthig ist!

§ 21. **Der doppelte Nadeltelegraph.** Der im Vorigen abgehandelte Nadeltelegraph kann man den einfachen Nadeltelegraphen nennen, weil auf jeder Station in jedem Apparate nur ein Nadelpaar sich befindet. Darum kann man mit einem Griffe auch nur zwei verschiedene Zeichen machen, nämlich die Elementarzeichen *r* und *l*. Grade deßhalb werden die Zeichen für die Zahlen und Buchstaben schon in vielen Fällen ziemlich zusammengesetzt, und bestehen aus vielen einzelnen Griffen, welche ein schnelles Telegraphiren hindern. Denn um nur für alle Buchstaben Zeichen zu haben, muß man für

viele derselben schon vier einzelne Griffe machen, wie das mitgetheilte Alphabet zeigt, und wie Folgendes beweist:

In einem Griffe können 2,
„ 2 Griffen „ 4,
„ 3 „ „ 8,
„ 4 „ „ 16 verschiedene Zeichen gemacht werden,

im Ganzen also in 1 bis 4 Griffen nur $2 + 4 + 8 + 16 = 30$ Zeichen, wovon 25 für das Alphabet gebraucht werden. Zu den sonstigen Zeichen muß man also mehrstens fünf Griffe für jedes einzelne Zeichen machen, was die Uebersichtlichkeit der Zeichen und die Schnelligkeit des Telegraphirens beeinträchtigt.

Durch diese Betrachtung mag man wohl zuerst die Idee gekommen sein, zwei von einander unabhängige Apparate zu gebrauchen; denn dann wird man schon acht Elementarzeichen (d. h. in einem Griff jedes) machen können. Weil man nämlich alsdann auch zwei Zeigernadeln hat, so können diese 8 gegenseitig verschiedene Stellungen haben, nämlich nach der bereits von uns benutzten Bezeichnung:

1	2	3	4	5	6	7	8
or	*ol*	*ro*	*lo*	*rr*	*rl*	*ll*	*lr*.

Dies sind eigentlich lauter Doppelzeichen, indem ein 0 hier auch als Zeichen angesehen werden muß; und nur 00 ist Pause und kein eigentliches Zeichen. Hier kann man also in einem Griff 8 verschiedene Zeichen, in zwei Griffen $2\ (7 + 6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1)$ verschiedene Zeichen machen, im Ganzen folglich in einem und zwei Griffen $8 + 2\ (7 + 6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1)$ oder 64, welche schon hinreichend sind nicht nur zu allen Buchstaben, sondern auch zu allen übrigen nöthigen Zeichen; hat man also einen doppelten Nadeltelegraphen, so braucht man zu einem Zeichen höchstens 2 Doppelgriffe zu machen, während man beim einfachen Telegraphen bis zu fünf Griffen gehen mußte. Ein solcher Telegraph hat daher die beiden höchst wesentlichen Vorzüge vor dem einfachen voraus, daß 1) die Zeichen kürzer, also übersichtlicher sind, und 2) kann man mittelst dieses Telegraphen fast doppelt geschwind telegraphiren, weil man diese kurzen Zeichen auch in kürzerer Zeit machen kann, als die langen des einfachen Nadeltelegraphen.

Dagegen muß man bei diesem Telegraphen einen völlig doppelten Apparat haben; Leitung, Multiplicator, Alles muß doppelt sein, und nur des bequemen Gebrauches wegen schließt man beide Schlüssel und beide Multiplicatoren jeder Station in einem Gehäuse ein. Es wird

ein doppelter Nadeltelegraph also fast doppelt so viel einzurichten kosten, als ein einfacher, und wird folglich nur da hergestellt werden können, wo sehr viel telegraphirt wird; aber eben in solchen Verhältnissen empfiehlt derselbe sich auch sehr, weil es hier grade auf möglichst rasches Telegraphiren ankommt.

Die Nadeltelegraphen überhaupt werden besonders in England*) angewendet; auf dem Festlande gebraucht man mehr den folgenden Telegraphen.

---

*) Den neuesten Angaben zufolge giebt es in England gegenwärtig 7200 Miles (1565 deutsche Meilen) Telegraphenlinien, mit 36000 Miles (7825 d. M.) Leitungsdraht, also alle Linien durchschnittlich mit 5 Leitungen versehen. Jährlich werden auf diesen Linien circa eine Million Depeschen befördert!

Dritter Abschnitt.

Der Drucktelegraph.

§ 22. **Der Drucktelegraph im Allgemeinen.** Außer dem im vorigen Abschnitte betrachteten Telegraphensystem hat man dem § 17 gemäß noch ein wesentlich davon verschiedenes. Denn der beschriebene Telegraph gründet sich auf die Wechselwirkung zwischen dem Galvanischen Strome und einem fertigen Magnete, während diese hier näher zu betrachtende Classe von Telegraphen auf die magnetisch-erregende Wirkung des Galvanischen Stromes gegründet ist. Diese zweite Hauptklasse electro-magnetischer Telegraphen theilt sich bekanntlich (§ 17) wiederum in zwei Arten, indem man entweder nur Zeichen hervorzubringen wünscht, oder wirklich die Buchstaben auf der folgenden Station angiebt; nur von der erstern Art, den Drucktelegraphen wird in diesem Abschnitte die Rede sein.

Man wird aus dem § 15 erinnern, daß ein Stück weiches Eisen, um welches man einen mit Seide besponnenen Kupferdraht regelmäßig gewunden hat, ein Electro-Magnet heißt, weil dies weiche Eisen grade so lange magnetisch ist, als ein Galvanischer Strom die Windungen des Drahtes durcheilt. Weil aber das magnetisirte Eisen andere nicht zu große Eisenstücke anzieht (§ 1), so wird ein solcher Electromagnet ein zum Beispiel unter demselben befindliches Stück Eisen anziehen, so lange ein Strom durch die Windungen des Electromagneten geht, aber derselbe wird das Eisen wieder fallen lassen, sobald der Strom aufhört. Auf diese Weise würde man schon einen Telegraphen einrichten können; doch wünscht man statt dieses einfachen aber vorübergehenden Zeichens ein bleibendes hervorzubringen, welches denn auch nicht

schwierig ist. — Denken wir uns nämlich, der Buchstabe *M* der schematischen Figur 15, *a* bezeichne einen Electromagnet und befände sich an dem Orte *B*, wohin man von *A* aus eine Nachricht gelangen lassen will, und nehmen wir an, daß die Enden des um *M* gewickelten Leitungs-Drahts nach *A* hinführen. Ferner sei die Linie *a c b* ein Hebel aus Messing, welcher sich mit Leichtigkeit um den Punkt *c* drehen kann, und auf dem Ende *b* ein Stück weiches Eisen trägt. Sobald man nun die Enden des um *M* gewundenen Drahts in *A* mit den Polen einer Galvanischen Kette in Verbindung bringt, wird die ganze Länge des Drahts von einem Galvanischen Strome durchlaufen, so daß der Electromagnet *M* magnetisch wird und das Eisenstück *b* anzieht. Dadurch geht das Ende *b* des Hebels abwärts, das entgegengesetzte Ende *a* desselben aufwärts, und der hier befindliche Stift schlägt in den Papierstreifen *p q*. Befände dieser Papierstreifen sich in Ruhe, so würde der Stift nur einen Punkt in demselben machen, wie lange man in *A* auch die Kette geschlossen hielte; bewegt sich der Papierstreifen aber in der Richtung von *p* nach *q*, so wird der stillstehende Stift in dem sich bewegenden Papiere einen Strich machen, wenn das Ende *a* des Hebels *a c b* längere Zeit in die Höhe gehalten wird, dagegen nur einen Punkt, wenn das Ende *a* gleich wieder niedersinkt. Es wird demnach in dem Papierstreifen *p q* ein Strich oder ein Punkt gemacht werden, je nachdem man in *A* die Kette längere Zeit, oder nur einen Augenblick geschlossen hält, weil es grade hiervon abhängt, ob *M* längere Zeit, oder nur einen Augenblick magnetisch ist und das Ende *b* abwärts, oder *a* aufwärts zieht.

Ich hoffe, daß durch diese Zeilen das im § 17 angedeutete Princip des Drucktelegraphen verständlicher geworden ist. Sehen wir nun, welche Apparate zu einem solchen Telegraphen nöthig sind. Aus der mitgetheilten Figur ersieht man, daß auf der mit *B* bezeichneten Station um eine Nachricht von *A* empfangen zu können, ein Apparat sein muß, welches besteht: 1) aus einem Electromagnete *M*; 2) aus der Hebeleinrichtung *a c b*, mit dem Stifte *a* und dem Anker *b*; 3) aus einem Uhrwerke, welches den Papierstreifen *p q* in der Richtung von *p* zu *q* gleichförmig fortbewegt. Der aus diesen 3 Theil bestehende Apparat heißt der Schreibapparat, indem durch diesen die Zeichen gleichsam aufgeschrieben werden (in dem Streifen *p q*). Auf der Station *A* dagegen muß man eine Vorrichtung besitzen, mittelst deren man den Strom einer Galvanischen Batterie beliebig nach den

Electromagneten *M* in *B* senden kann, welcher Apparat der Schlüssel genannt wird, eben so wie bei dem vorigen Telegraphen; weil hier jedoch die Richtung des Stromes ganz gleichgültig ist, so wird dieser Schlüssel einfacher sein können, als derjenige des Nadeltelegraphen.

Bevor wir nach dieser Auseinandersetzung des Princips zur nähern Betrachtung der nähern Betrachtung der Apparate übergehen, heben wir nochmals den wesentlichen Vorzug dieser Telegraphen vor den Nadeltelegraphen hervor, welcher nämlich darin besteht, daß hier nicht nur vorübergehende Zeichen hervorgebracht werden, wie beim Nadeltelegraphen, sondern das Telegraphirte wird in dem Papierstreifen **bleibend** dargestellt. Es ist also ganz dasselbe, als wenn man die gedruckte Nachricht nach *B* gesendet hätte, und darum nennt man diesen Telegraphen den Druck-Telegraphen.

Die äußerst einfache Einrichtungen dieses Telegraphen verdankt man einem Amerikaner, mit Namen Morse, welcher bereits im Jahre 1837 die Einrichtung desselben bekannt machte. Die erste Idee zu diesem Telegraphen hat aber wohl der schon früher erwähnte Steinheil gehabt. — In Amerika, dem südlichen Deutschland, der Schweiz, Oesterreich u. s. w. wird dieser Telegraph fast allgemein angewandt, und findet eine immer weitere Verbreitung.

§ 23. **Der Schreibapparat** ist, wie eben gesagt, aus 3 verschiedenen Theilen zusammengesetzt, nämlich aus einem Electromagnete, einer Hebeleinrichtung und einem Uhrwerke. Betrachten wir diese Theile nach einander.

I. Der Electromagnet ist hier gewöhnlich ein krampenförmiger. Auf dem Brette, welches dem ganzen Schreibapparate zur Unterlage dient, ist eine breite Eisenstange *A* aus weichem Eisen befestigt. (Fig. 15) An den Enden dieses Stabes sind zwei gleich lange, runde Stäbe aus sehr weichem Schmiedeeisen senkrecht befestiget. Um jede dieser Säulen ist eine Magnetisirungs-Spirale *S* gesteckt, deren Einrichtung bereits im § 15 beschrieben wurde; diese sind so aufgesteckt worden, daß der Draht um den Eisensäulen eine entgegengesetzte Richtung hat, damit das obere Ende einer der Säulen ein Nordpol, das der andern Säule aber ein Südpol werde (siehe § 15). Was die Drahtenden der Spirale betrifft, so ist das eine Drahtende mit der Erdleitung das andere mit dem negativen Pol der Batterie derjenigen Station verbunden, auf welcher dieser Electromagnet sich befindet; doch werden wir dies später näher erörtern.

II. Der Hebel ist in unserer Figur 15 mit den Buchstaben

e d bezeichnet. Derselbe besteht aus Messing, und kann sich um eine queer durch denselben gehende Axe *i h* sehr leicht drehen, ohne jedoch im Geringsten zur Seite ausweichen zu können. Durch eine passende Oeffnung des Hebels ist eine runde Stange aus sehr weichem Eisen so durchgesteckt und mittelst einer Schraube festgehalten, daß diese Stange nahe über den Enden *m* des Electromagnetes schwebt. Weil aber das Ende *c* das schwerere des Hebels *c d* ist, so würde der Hebel, sich selbst überlassen, mit *a b* immer auf den Enden *n* aufliegen; um *a b* also in einer geringen Höhe über den Enden *n* des Electromagnetes schwebend zu erhalten, muß man denselben mittelst einer Kraft darin halten. Dies bewerkstelligt man leicht indem man mittelst der Schraube *g* die Feder *e f* zwischen dem Hebelarm *e* und der festen Säule *l l'* ausspannt. Damit diese Feder den Eisenstab *a b* jedoch nicht zu weit von den Enden *n* des Electromagnetes abhebe, ist auf einem derjenigen Querstäbe, wodurch die Seitenwände des Apparats zusammengehalten werden, eine Schraube *K* angebracht, welche die Feder *e f* hindert, den Eisenstab *a b* über eine passende Größe von *n* zu entfernen, indem sonst das Ende *d* des Hebels bei *K* aufliegt. Sobald nun der Electromagnet dadurch, daß seine Magnetisirungsspirale von einem Galvanischen Strome durchlaufen wird, magnetische Kraft erlangt, wird der Eisenstab *a b* von den Enden *n* des Electromagnets angezogen; also wird das Ende *c* des Hebels *c d* abwärts bewegt, weil die Feder *e f* dem Zuge des Electromagneten nachgeben muß. Der Eisenstab *a b* würde, wenn man denselben nicht aufhielte, sich so lange gegen *n* bewegen, bis derselbe mit *n* in Berührung gekommen wäre. Derselbe würde dann wie ein Anker wirken (siehe § 15), und so fest gehalten werden, daß derselbe nicht gleich wieder dem Zuge der Feder Folge leisten könne, wenn der Strom in *S* aufgehört hätte. Man muß daher gleichfalls dafür sorgen, daß der sogenannte Anker *a b* mit den Enden *n* nicht in Berührung kommen, wohl aber sehr nahe dahin gelangen kann. Diesen Zweck erreicht man, indem auf die vorhin erwähnte Säule *l l'* eine Schraube *l'* angebracht wird; weil diese Säule sich nämlich unter dem Ende *c* des Hebels *c d* befindet, wird dieses Ende nicht tiefer kommen können, als bis zur obern Spitze der Schraube *l'*. Die Schraube *l'* ist nun leicht so zu stellen, daß der Anker *a b* nicht ganz mit den Enden *m* des Electromagnetes in Berührung kommen kann.

So lange also kein Strom durch die Spirale *S* geht, liegt der Hebel bei *K* auf; so lange ein Strom durch die Spirale geht aber

bei *l'*. Die im Ende *d* des Hebels eingeschrobene Spitze *t* befindet sich im erstern Falle eben unter dem Papierstreifen *p q*, im zweiten Falle steckt sie aber eben hindurch.

III. Das Uhrwerk dient zum gleichförmigen Fortziehen des Papierstreifens *p q*. — Zwischen zwei Walzen *oo* und *nn*, Fig. 15, geht der Papierstreifen *p q* hindurch. Wenn man bei *q* zieht, so bewegen diese beiden Walzen sich auch, weil sie einander sehr nahe stehen, und sich leicht drehen; sie bewegen sich alsdann in entgegengesetzten Richtungen. Ebenso muß es sich verhalten, wenn man nur die Walze *n n* mittelst eines Uhrwerks in derselben Richtung bewegt, wie eben durch Fortziehen des Papiers; dann dreht sich nämlich die obere Walze mittelst der Reibung in der entgegengesetzten Richtung um, und beide Walzen führen den Papierstreifen *p q* mit sich in der Richtung des Pfeiles. Grade über dem Stifte *t* des Hebels *c d* befindet sich in der Mitte der Walze *oo* eine Rinne, damit der Stift *t* seine Spitze nicht beschädigt, wenn das Ende *d* des Hebels in die Höhe geht. Der von einer über dem Schreibapparat, z. B. am Boden angebrachten Rolle kommende Papierstreifen *p q* wird mittelst des durchbrochenen Vorsprungs *r s* immer über die Rinne der Walze *oo* gehalten, und wenn nun die Walze *n n* durch das Uhrwerk in die erwähnte Umdrehung gebracht wird, bewegt sich der Papierstreifen in der Richtung *p q* fort. Die nacheinander erfolgenden Aufwärtsbewegungen des Hebelarms *d* bewirken also, daß in dem Papierstreifen hinter einander Punkte und Striche eingegraben werden, weil dann die Spitze *t* sich immer etwas in die Rinne hinein bewegt, den darüber liegenden Papierstreifen also durchstechen muß.

Sehen wir nun, wie die nothwendige Drehung der Walze *n n* bewerkstelligt wird. In der Figur 16 sieht man die Walzen *o o* und *n n*; die Zapfen dieser Walzen drehen sich in den Seitenwänden des Uhrwerks, welche *D* und *E* im Durchschnitt zeigen, gesehen von der rechten Seite der Figur 15. Auf der Axe der Walze *n n* ist an dem einen Ende ein kleines, mit der Zahl 4 bezeichnetes Zahnrad, angebracht, worin ein größeres, mit 3 bezeichnetes, eingreift. Auf der Axe dieses letztern ist das kleinere Zahnrad 2 befestigt, welches in das wiederum größere Zahnrad 1 der Axe *u* eingreift. Auf dieser Axe ist eine Walze *W* so befestigt, daß sie das Zahnrad 1 mit bewegt, wenn die Walze sich dreht wie durch den Pfeil in der Figur angedeutet ist, in der entgegengesetzten Richtung aber durch einen auf *u* gesetzten Schlüssel gedreht werden kann, ohne das Rad 1 mit zu

bewegen. Demnach kann man das Gewicht *P*, welches mittelst einer Schnur an dieser Walze *W* befestigt ist, aufziehen, ohne das Rad 1 zu bewegen. Zieht man nun aber den Schlüssel von *u* ab, so bewegt das sinkende Gewicht *P* die Walze *W* in der Richtung des Pfeils, diese führt das Rad 1 in derselben Richtung mit sich, welches Rad mittelst Eingreifen in 2 die Axe dieses Rades in der Richtung des beigezeichneten Pfeiles bewegt. Die auf diese Weise dem Rade 3 mitgetheilte Bewegung bringt endlich die Bewegung der Walze *n n*, und dadurch die erwünschte Bewegung des Papierstreifens zuwege. — Man wird die Theile der Figur 16 leicht in Figur 15 wiederfinden, wo man jedoch um eine übermäßige Höhe zu vermeiden die Axen nicht grade übereinander, sondern etwas mehr neben einander gelegt hat, was ja in den Bewegungen keine Veränderung bewirken kann. Die Größenverhältnisse der Zahnräder werden so abgepaßt, daß der Papierstreifen *p q* (Fig. 15) in jeder Secunde ungefähr 1 Zoll fortgezogen wird.

Damit der Papierstreifen sich nur so lange bewege, als man den Apparat gebraucht, ist eine Einrichtung getroffen, durch welche man die Axe *u* verhindern kann, sich zu drehen, wie das Gewicht *P* es verlangt. Diese Hemmung kann man aber durch einen leichten Griff zu jeder Zeit beseitigen; dann bewegt sich also der Papierstreifen, wie vorhin angegeben, nur so lange man die angedeutete Hemmung*) aufgehoben, oder das Uhrwerk „ausgelöst" hat.

§ 24. Der Schlüssel soll, wie auf Seite 50 angeführt worden ist, hauptsächlich dazu dienen, von einer Station den Galvanischen Strom einer Batterie beliebig zur folgenden Station hinsenden zu können; die Richtung dieses Stromes ist jedoch gleichgültig.

Auf einer Station sind immer die Enden der Drähte vorhanden, welche zur Erdleitung, zum Leitungsdrahte, und zu jedem der beiden Pole der Galvanischen Batterie gehen. Bezeichnen wir diese Enden bezüglich mit *E*, *L*, *Z* und *K*, so sind *Z* und *K* als die mit dem positiven und negativen Pole verbundenen Drahtenden durch den Apparat selbst mit einander verbunden. Zudem kann man gern entweder *Z* oder *K* mit *E* oder *L* verbinden, ohne daß die Galvanische Batterie einen Strom aussenden kann, weil doch noch immer eine Unterbrechung der Leitung zwischen *K* und *Z* sein würde. Wir

---

*) Das Zahnrad 5 und der Hebel *x*, *y*, *z* Figur 15 dienen zu diesen Zwecken wie leicht zu verstehen ist.

wollen annehmen, man habe *K* und *E* mit einander verbunden. (Siehe die Figur 17, *a* und *b*.)

Um eine Nachricht von einer andern Station empfangen zu können, muß zwischen *L* und *E* leitende Verbindung zu Wege gebracht sein, ohne daß der Strom von *ZK* ausgehen könne; dies erreicht man, indem man *E* und *L* durch ein Metall miteinander verbindet: denn dann ist die Erdleitung (*E*) mit dem Leitungsdraht (*L*) verbunden, der von einer andern Station ausgeschickte Strom kann also ununterbrochen fortgehen, während die Unterbrechung zwischen *Z* und *L* die Batterie verhindert, selbst einen Strom zu entsenden. Man hat alsdann die Verbindung, welche die schematische Figur 17, *a* darstellt; und weil man ja jeden Augenblick eine Depesche gewärtigen muß, wird der Schlüssel in seiner Ruhelage *E* mit *L* verbinden müssen.

Um aber von der betrachteten Station einen Galvanischen Strom entsenden zu können, muß man die unmittelbare Leitung zwischen *L* und *E* aufheben und statt dessen eine Galvanische Batterie einschalten. Von dem mit *K* und *Z* bezeichneten Polen dieser Batterie ist aber der Annahme gemäß schon der eine, nämlich *K*, mit der Leitung *E* verbunden; man hat demnach nur noch zwischen dem andern Pol *Z* und *L* Verbindung zu Wege zu bringen, damit der Strom von der Batterie dieser Station ausgehen könne. Die Verbindung ist dann, wie in der Figur 17, *b* zu ersehen; und der Strom hat die Richtung der Pfeile. Man muß demnach auch beliebig durch den Schlüssel zwischen *Z* und *L* Verbindung herstellen können, indem man dann zugleich die zwischen *E* und *K* aufhebt.

Aus diesen Schematen sieht man aber gleich, daß der Schlüssel hier sehr einfach sein kann, denn ein um *L* drehbarer metallener Hebel, welcher aus der Ruhelage *LE* beliebig in die Lage *LZ* gebracht werden kann, wird schon den Anforderungen genügen; und der Schlüssel, den man wirklich gebraucht, ist auch gar nicht anders eingerichtet, wie man aus Figur 17 sieht, welche einen solchen Schlüssel darstellt. Auf einem Brette ist eine Platte von Messing mit zwei aufrechtstehenden Säulen befestigt. Diese Säulen sind der Quere nach durchbohrt, und dienen zur Aufnahme der Zapfen eines Hebels *h h'*, welcher bei *e* und *z* mit kleinen Spitzen versehen ist, und am einen Ende einen hölzernen Handgriff *g* hat. Unter der Spitze *z* steht auf dem Brette eine ähnliche Spitze *z'*, von wo ein Messingstreifen zur kleinen Säule

z'' hinführt, worin man den zum positiven Pole *Z* der Batterie führenden Draht festklemmt; demnach ist das Säulchen *z'* mit *Z* in unsern Figuren, *a*, *b* gleichbedeutend. Unter der Spitze *e* des Hebels befindet sich ebenfalls eine, aber von der Messingplatte durch Harz isolirte Spitze, welche mit *E* in unsern obigen Schematen gleiche Bedeutung hat, indem selbige mit dem zur Erdleitung führenden Draht *E* verbunden ist, wie die punktirte Linie andeutet. Endlich ist die Messingplatte, und folglich auch der Messinghebel *h h'* mit dem Leitungsdraht *L* der Leitung verbunden, so daß wir die Axe des Hebels mit dem in obigen Schematen mit *L* bezeichnetem Ende der Leitung als gleich beerachten dürfen. Weil wir nun sahen, daß in der Ruhelage Verbindung zwischen *E* und *L* statthaben müsse, so muß der Hebel in seiner Ruhelage immer mittelst der Spitze *e* mit *e'* in Verbindung sein, oder man muß das Ende *h' e* des Hebels durch eine Feder *f f* gegen die Spitze *e'* andrücken. — Ferner sahen wir, daß man diese Verbindung von *L* und *E* beliebig müsse aufheben, und dafür eine Verbindung zwischen *L* und *Z* herstellen können, was sehr einfach dadurch bewirkt wird, daß man das Ende *z h* des Schlüssels mittelst des isolirenden (hölzernen) Handgriffes *g* niederdrückt. Sobald man aber diesen Druck aufhebt, treibt die Feder *f f* den Hebel wieder in seine Ruhelage, wodurch die Verbindung zwischen *E* und *L* wieder hergestellt ist. —

Nachdem wir die einzelnen Apparate für sich betrachtet haben, können wir zur Aufstellungsart derselben übergehen.

§ 25. **Die Zusammenstellung des Schreibapparates und des Schlüssels** ersieht man aus der schematischen Darstellung, Figur 18.

In dieser Figur sind zwei miteinander verbundene Stationen *A* und *B* dargestellt. Statt den Schreibapparat vollständig zu zeichnen haben wir uns mit der Angabe des Electromagnetes *M* desselben begnügt. Dies ist nämlich vollkommen hinreichend, weil wir wissen, daß, wenn der Electromagnet nur einen Augenblick magnetisch ist, im

> Papierstreifen ein Punkt, wenn der Electromagnet dagegen seinen Magnetismus längere Zeit behält, im Papierstreifen ein Strich gemacht wird, (siehe Seite 49),

vorausgesetzt, man habe das Uhrwerk ausgelöst (Seite 53). — Man muß natürlich sowohl in *A*, als in *B* einen Schreibapparat und einen Schlüssel haben, weil man widrigenfalls entweder nur eine Depesche abschicken oder eine solche empfangen könnte, während man doch beides muß bewerkstelligen können. Das eine Ende des um den Electro-

magnet *M* des Schreibapparats jeder Station gewundenen Drahts steht mit der Erdplatte *P* der betreffenden Station in Verbindung, während das andre Ende desselben Drahtes theils zum Säulchen *e''* des Schlüssels (Figur 17), theils zum negativen Pole *K* der auf den Stationen befindlichen Galvanischen Kette *G* führt; wie Figur 18 zeigt. Von dem positiven Pole der Kette geht ein Draht zum Säulchen *z''* des Schlüssels (Fig. 17) und steht folglich mit der Spitze *z'* in Verbindung. Endlich ist der Leitungsdraht auf die bekannte Weise mit dem Schlüssel verbunden. Auf der Station *B* (Figur 18) steht der Schlüssel in seiner Ruhestellung; die in *B* befindliche Batterie *G* kann also keinen Strom aussenden, weil die Leitung bei *z* unterbrochen ist. In *A* ist der Schlüssel aber niedergedrückt, so daß sich auf dieser Station bei *z* keine Unterbrechung mehr befindet, und folglich sendet die Galvanische Batterie *G* in *A* einen Galvanischen Strom von *Z* durch den Schlüssel in *A* zum Leitungsdraht *L*, durch diesen zum Schlüssel in *B*, von wo aus der Strom nach dem Electromagnete *M*, zur Erdplatte *P* in *B*, dann durch das Erdreich nach *A* geht, hier von der Erdplatte *P* aufgefangen und um *M* geführt wird, um endlich in *G* bei *K* wieder anzukommen, ganz wie die Pfeilchen es andeuten. Weil aber die Geschwindigkeit des Stromes bekanntermaßen außerordentlich groß ist, wird derselbe fast gleich nachdem man durch Niederdrücken des Schlüssels ihm den bezeichneten Weg eröffnet hat, diesen Weg auch schon einmal zurückgelegt haben, weßhalb wir, ohne irgend einen erheblichen Fehler zu begehen, sagen können: der Strom umkreise auf beiden Stationen den Electromagnet *M*, sobald man auf einer Station den Schlüssel niedergedrückt hat.

Es wird aber jeder Electromagnet magnetisch, sobald die Windungen des um denselben gewundenen Drahtes von einem Galvanischen Strome durchlaufen werden, und weil sie ferner so lange magnetisch bleiben, als dieser Strom fortdauert; so ist der obige Satz mit dem folgenden völlig gleichbedeutend:

So lange man auf irgend einer Station den Schlüssel niederdrückt, sind die Electromagnete auf beiden Stationen magnetisch.

Wäre der von der Batterie in *A* nach *B* entsandte Galvanische Strom, wenn derselbe nach *B* gelangt ist, noch kräftig genug, um den Electromagnet dieser Station *B* vollkommen zu magnetisiren, so würden dadurch die zum Telegraphiren erforderlichen Bewegungen des Ankers

am Schreibapparat hervorgebracht werden, und also auch die gewünschten Zeichen in den Papierstreifen.

Es ist aber die Kraft des Stroms, nachdem derselbe bis zur nächsten Station gelangt ist, durch Ueberwindung aller Hindernisse, welche demselben unterwegs entgegenstanden, so sehr geschwächt worden, daß der Strom bei Weitem nicht im Stande ist, die Electromagnete hinreichend zu magnetisiren, damit dieser den Anker *a b* (Fig. 15) noch mit einer solchen Kraft anzuziehen vermöchte, welche nicht nur die Spannkraft der Feder *e f* überwände, sondern auch die Spitze *t* des Hebels durch den Papierstreifen triebe. Man muß den geschwächten Strom daher etwas weniger Kraft-Erforderndes zu verrichten geben, wodurch endlich die Electromagnete der Schreibapparate magnetisirt werden könnten. Darum läßt man den geschwächten Strom mittelst der Electromagnete *M* Figur 18 nur eine andre Galvanische Batterie schließen und erst den dadurch entstehenden Strom verwendet man zum Magnetisiren der Electromagnete der Schreibapparate. Dieser Strom hat nur den um den Electromagnet gewundenen Draht zu durchlaufen, wird also in seiner ganzen Stärke auf den Electromagnet wirken, und diesen zur Bewegung des Hebels *c d* (Figur 15) hinlänglich kräftig magnetisiren können.

Das hier vorläufig nur Angedeutete wird im folgenden Paragraphen näher beleuchtet werden.

§ 26. **Der Uebertrager.** Anstatt wir vorhin den Electromagnet *M* der Figur 18 als den des Schreibapparats jeder Station betrachteten, wollen wir nun annehmen, es sei der Electromagnet *M* der Figur 19 darunter verstanden worden. Nach Seite 56 wissen wir also, daß dieser Electromagnet so lange magnetisch ist, als man auf irgend einer Station den Schlüssel niedergedrückt hält.

Wir sahen ferner, daß dieser Magnetismus wegen der Schwächung des Stromes durch seine Fortpflanzung durch die Leitung nur sehr schwach sei; der Electromagnet *M* (Figur 19) wird also nur einen schwachen Grad von Magnetismus erlangen können, eben hinreichend um eine geringe Bewegung des sehr leicht beweglichen Winkelhebels *a b c* hervorzubringen. Der Electromagnet *M* steht zu dem Ende auf einer Platte *m n* aus Messing, worauf wiederum 2 Messingsäulen befestigt sind; die Figur zeigt jedoch nur den einen dieser Letzteren, weil bei der dargestellten Seitenansicht diese vorderste Säule den hintersten verdeckt. Von jedem dieser Säulen geht ein Arm aus,

welcher mit einer Einbohrung zur Aufnahme der Axe *c* des Hebels *a c b* versehen ist. Mittelst einer Feder wird das Ende *c a* dieses Hebels immer gegen die Schraube *p* gedrückt. Diese Schraube *p* wird nun so gestellt, daß der am Ende *c b* des Hebels befestigte Anker *b* nur in einer geringen Höhe über die Enden des Electromagnetes *M* schwebt. Eine kleine metallene Säule *r*, welche durch das Zwischenstück *s* aus Elfenbein oder Holz von der Metallplatte *m o n* isolirt ist, hat man mit einer Schraube *q* versehen, welche man so weit eingeschroben hat, daß zwischen dem Ende desselben und dem Hebelarm *a* nur ein sehr kleiner Zwischenraum bleibt. Nun wissen wir, daß der Electromagnet *M* grade so lange schwach magnetisch wird, als man auf einer Station den Schlüssel niederdrückt; so lange wird *M* also den Anker *b* anziehen, es wird das Ende *c b* des Hebels *a c b* sich um *c* abwärts drehen, das Ende *c a* aber gegen das Ende der Schraube *q* anschlagen, bevor noch *b* mit dem Electromagneten in Berührung gekommen ist; sobald aber auf der Station der Schlüssel wieder in seine Ruhelage versetzt wird, verliert der Electromagnet *M* seinen Magnetismus, und die vorhin erwähnte Feder zieht den Hebel *a c b* mit dem Ende *c a* wieder an die Schraube *p*. Weil dieser Hebel *a c b* sich außerordentlich leicht um *c* drehen kann, und der Raum zwischen *p* und der Spitze von *q* nur ein sehr Weniges größer ist, als die Dicke von *a*, so kann der die Windungen von *M* durchlaufende, durch die Leitung geschwächte Strom im Electromagnete *M* hinreichenden Magnetismus hervorbringen um diese Bewegung zu vollführen. Indem der Hebel *a c b* durch lauter Metalle mit der Platte *m o n* in Verbindung steht, so wird man das Ende *a* des Hebels als den negativen Pol einer Galvanischen Kette betrachten können, wenn man die Platte *m o n* durch einen Metalldraht *n K* mit dem negativen Pole *K* einer auf der betrachteten Station befindlichen Galvanischen Kette *G'* verbindet; und wenn man außerdem den positiven Pol derselben Kette mit dem kleinen Säulchen *r* in Verbindung bringt, dann wird die Kette *G'* offen sein, so lange *c a* die Schraube *p* berührt, weil zwischen *a* und *r* eine Unterbrechung statthat indem *r* von *m o n* isolirt ist. Sobald aber *a* mit *q* in Berührung kommt, ist die Kette *G'* geschlossen, und der Galvanische Strom geht von *Z* nach *r*, *a*, *c*, *o*, *n*, *K*, wie die Pfeilchen andeuten. Diesen Strom leitet man durch die Windungen des Electromagnetes *M'* des Schreibapparates, welcher Electromagnet also hinreichend stark magnetisirt werden muß, da der Strom von *G'* noch fast ganz ungeschwächt

ist, wenn er die kurzen Drähte von *Z* und *K* nach *M'* durchlaufen hat. Es wird folglich zu gleicher Zeit der Hebel des Schreibapparats in Bewegung gesetzt, wenn durch den, von der andern Station kommenden Galvanischen Strom der Electromagnet magnetisch geworden ist. Die beschriebene Vorrichtung auf der Metallplatte *m o n* Fig 19 dient also dazu die Arbeit, welche der Magnet *M* eigentlich schon verrichten sollte, auf den andern Magneten *M'* zu übertragen, und wird darum sehr passend der Uebertrager genannt.

Außer der auf jeder Station nöthigen, mit dem Electromagnete *M* und dem Schlüssel verbundenen Galvanischen Batterie, welche den Strom zur Fortpflanzung nach der andern Station hergiebt und darum Hauptbatterie heißt, muß man auf jeder Station noch die mit dem Electromagnete *M'* des Schreibapparates verbundene Batterie *G'* (Fig. 19) bereit haben. Die Letztere heißt die Localbatterie, weil der Strom dieser Batterie den Ort*) (Stadt oder dergl), wo dieselbe sich befindet, gar nicht verläßt.

Nachdem wir die einzelnen Theile der Apparate, so wie die Wirkungen derselben mit der gehörigen Ausführlichkeit behandelt haben, ist es nothwendig, diese ganze Einrichtung nochmals in Hinsicht des Verhaltens der einzelnen Theile übersichtlich durchzumachen, damit man den leitenden Faden nicht verliere. Hierzu mögen die folgenden Zeilen dienen. Sobald und so lange man auf einer Station den Schlüssel niederdrückt, geht von der Hauptbatterie *G* dieser

> Station ein Strom um den Electromagnet *M* des Uebertragers jeder Station (siehe Figur 18), welcher dadurch magnetisch wird;
> dadurch wird der Anker *b* (Fig. 19) angezogen;
> dadurch die Localbatterie *G'* geschlossen;
> dadurch der Electromagnet *M'* des Schreibapparats vom Strome dieser Localbatterie umkreist, und magnetisirt;
> dadurch der Anker *a b* (Fig. 15) niedergezogen;
> dadurch die Spitze *t* in den Papierstreifen *p q* hineingedrückt. Daher muß, wenn dieser Papierstreifen *p q* bewegt wird:

im Papierstreifen entweder ein Punkt, oder ein Strich gemacht werden, je nachdem man den Schlüssel gleich wieder aufhebt, oder längere Zeit niederdrückt.

---

*) Das Wort: „Ort", „Stelle" heißt nämlich auf Lateinisch: **locus**.

§ 27. **Gebrauch der Drucktelegraphen.** Der eben mitgetheilte Satz lehrt uns wie man nach Belieben einen Strich oder einen Punkt auf der mit einem Orte auf die angeführte Weise in Verbindung stehenden Station in dem Papierstreifen hervorbringen kann. Aus diesen zweien einfachen Zeichen:

— .

kann man sich ein Alphabet bilden, und weil alle zum Telegraphiren nöthigen Zeichen aus diesen beiden Zeichen zusammengesetzt werden, heißen dieselben die Elementar-Zeichen des Drucktelegraphen.

Ein solches, bei uns übliches Alphabet, ist das folgende:

A . —	*N* — .
B — . . .	*O* . — . . .
C — . — .	*P* . . . . .
D — . .	*Q* — — . —
E .	*R* . — .
F . . — .	*S* . . .
G — — .	*T* —
H	*U* . . —
J . .	*V* . . . —
K — . —	*W* . — —
L . — . .	*X* . . — . . .
M — —	*Y* — — . . .

Z . — — . .

Wollte man also zum Beispiel den Buchstaben *P* telegraphiren, so müßte man auf dem Papierstreifen dem mitgetheilten Alphabete gemäß das Zeichen

. . . . .

hervorbringen. Nun wissen wir, daß ein Punkt in diesem Streifen entsteht, wenn man auf der sprechenden Station den dortigen Schlüssel nur einen Augenblick niederdrückt, diesen Griff wollen wir der Kürze wegen mit *d* bezeichnen. Sobald der Druck auf den Schlüssel aufgehoben ist, geht der Papierstreifen der andern Station fort, ohne daß irgend welche Zeichen darin gemacht würden; bezeichnen wir diesen Griff mit *o*, so wird der Buchstabe *P* nach der Station *B* Figur 18 telegraphirt werden, wenn man auf der Station *A* die Griffe

d o d o d o d o d o

macht, die Griffe *d* nur sehr kurze Zeit aber alle gleich lange anhält, dagegen den Griff *o* etwas länger macht; letztere müssen auch alle von gleicher Dauer sein.

Wünscht man aber in *A* (Figur 18) auf dem Papierstreifen in *B* einen Strich zu ziehen, so hat man den Schlüssel der Station *A* nur etwas länger niederzudrücken, als beim Griff *d*; diesen Griff können wir daher passend mit *D* bezeichnen. Weil es bequem ist, daß alle Striche gleiche Länge haben, so muß man folglich auch die Griffe *D* immer von gleicher Dauer machen. Damit man also von *A* nach *B* Figur 18 den Buchstaben: *C* telegraphire, hat man in *A* die Griffe

D o d o D o d o

zu machen; denn dann wird auf dem Papierstreifen der Station *B* das Zeichen

— . — .

hervorgebracht, welches dem obigen Alphabete gemäß grade das Zeichen des Buchstaben *C* ist.

Gleichwie zwischen den einzelnen Buchstaben eines Wortes gewisse Zwischenräume sich befinden, wenn dasselbe gedruckt ist, so muß man auch hier in der Telegraphie die einzelnen Buchstaben eines Worts durch Zwischenräume von einander trennen; und weil zwischen den Elementar-Zeichen der Buchstaben-Zeichen schon ein Zwischenraum befindlich ist, muß der zwischen den einzelnen Buchstaben-Zeichen nöthige Zwischenraum sich von dem eben genannten unterscheiden. Am einfachsten wird dieser Unterschied der Zwischenräume dadurch zu Wege gebracht, daß man die Zwischenräume zwischen den ganzen Buchstaben-Zeichen eine größere Länge giebt als zwischen den einzelnen Elementar-Zeichen der Buchstaben-Zeichen. Zu dem Ende muß man jedesmal, nachdem man einen Buchstaben telegraphirt hat, den Schlüssel etwas länger in seiner Ruhelage lassen, als beim Griff *o*; erst dann fängt man beim folgenden Buchstaben des zu telegraphirenden Wortes an. Demnach muß man, um das Wörtchen „aber“ zu telegraphiren auf dem Streifen in *B* Figur 18 von *A* aus nicht das Zeichen:

. — — . . . . . . — .

sondern die aus demselben Elementarzeichen bestehenden Zeichen:

. — — . . . . . — .

hervorbringen. Denn hier ist jede einzelne Gruppe von Zeichen ein Buchstaben-Zeichen, und nach dem angegebenen Alphabete grade die für : *a, b, e, r,* das telegraphirte Wort heißt also wirklich: „aber“.

Um einen ganzen Satz zu telegraphiren, hat man nur auf diese Weise nach und nach die einzelnen Wörter des Satzes zu telegraphiren und jedes Wort durch eine längere Pause vom vorhergehenden und

folgenden Worte zu trennen. Will man zum Beispiel telegraphiren: „Ich mache Ihnen die Mittheilung . . .“, so hat man durch Handhabung des Schlüssels auf die genug erwähnte Art in dem Papierstreifen der Station, für welche diese Nachricht bestimmt ist, die folgenden Zeichen zu machen (siehe das mitgetheilte Alphabet):

·· —·—· ···· —— ·— —·—· ···· · ·· ···· —· · —· ·

—·· ·· · —— ·· — — ···· · ·· ·—·· ··— —· ——·

Ich hoffe, daß das eigentliche Telegraphiren mit dem Drucktelegraphen nun verständlich geworden ist, und gehe zur Betrachtung einiger nothwendiger Nebenumstände über. — Es wurde in diesem Paragraphen bisher stillschweigend vorausgesetzt, daß der Papierstreifen derjenigen Station, welche eine Nachricht per Telegraph erhalten solle (also beispielweise die Station *B* in Fig. 18) sich in der gehörigen Weise bewege. Wir sahen aber im § 23, daß der Papierstreifen jeder Station nur dann sich bewegt, wenn telegraphirt wird, und indem man auf der Station *B* nicht im Voraus wissen kann, zu welcher Zeit man von *A* aus dahin telegraphiren werde, so muß die sprechende Station *A* also erst *B* aufmerksam machen, damit hier in *B* das Uhrwerk ausgelöst und dadurch der Streifen bewegt werde. Dies geschieht leicht, indem man auf der Station *A* (Fig 18) (von wo aus wir annehmen wollen, daß man der Station *B* eine Depesche senden wolle) mehrere Male rasch nach einander den Schlüssel niederdrückt, wodurch auf der Station *B* der Hebel des Uebertragers und des Schreibapparats in Bewegung gerathen. Der Hebel des Schreibapparats schlägt dann abwechselnd bei *k* und *l* (Figur 15) auf, und bringt dadurch ein sehr gut hörbares Klappern hervor. Hierdurch wird man in *B* aufmerksam gemacht, antwortet nach *A* in derselben Weise, daß man bereit sei, indem man zuvor das Uhrwerk auslöst, wodurch der Streifen in *B* in Bewegung kommt.

Nun macht man auf der Station *A* auf die bekannte Weise die gehörigen Griffe, indem man den Schlüssel abwechselnd niederdrückt, wie wir vorhin angaben. Sobald *A* seine Depesche beendet hat, macht man von *A* aus in *B*. 20 bis 30 Punkte nacheinander, indem man den Schlüssel in gleichen Zwischenräumen 20 bis 30 mal niederdrückt. Dann weiß man in *B*, die Depesche sei beendet, und telegraphirt nun nach *A*, das man die Depesche „verstanden“ habe, oder verlangt, daß man die etwa undeutlich gebliebenen Stellen der Depesche wiederhole.

Indem ich glaube voraussetzen zu dürfen, daß meine Leser mit dem Wesen der Telegraphie hinlänglich bekannt geworden sind, über-

gehe ich die nähere Auseinandersetzung der Verbindungen zwischen den verschiedenen Telegraphenlinien. Ich füge nur noch hinzu, daß man sowohl bei Gebrauch des Nadeltelegraphen als des Drucktelegraphen zugleich selbst sieht, was man telegraphirt, indem dieselben Zeichen auf der sprechenden Station wie auf der die Depesche empfangenden Station hervorgebracht werden; nur muß man alsdann beim Drucktelegraphen auf der sprechenden Station ebenfalls das Uhrwerk ausgelöst haben.

Anmerkung. Aus den beim Nadeltelegraphen schon erwähnten Gründen werden die Zeichen beim Drucktelegraphen auch ziemlich zusammengesetzt, wodurch das Telegraphiren beträchtlich erschwert wird; beide Telegraphen besitzen nämlich nur zwei Elementarzeichen. Gleichwie der doppelte Nadeltelegraph diesen großen Uebelstand beseitigte, aber zugleich zu neuen Schwierigkeiten in Hinsicht der Herstellung des Telegraphen Anlaß gab, gewährt auch der doppelte Drucktelegraph erhebliche Vortheile, ist aber äußerst kostbar und schwierig einzurichten. Der bekannte Steinheil hat einen Drucktelegraphen dieser Art erdacht und in und bei München zur Ausführung gebracht.

Vierter Abschnitt.

Der Buchstabentelegraph.

---

§ 28. Sowohl beim Drucktelegraphen als auch beim Nadeltelegraphen wurden anstatt des gebräuchlichen Buchstaben- neue aus einfachen Grundzeichen zusammengesetzte Zeichen eingeführt. Zum Telegraphiren war es hier also nicht nur nöthig, den Apparat zu kennen, sondern man mußte auch diese neuen Zeichen für die Buchstaben lernen. Wohl hauptsächlich aus diesem Grunde hat man es versucht, eine Art Telegraphen einzurichten, welche unmittelbar die gebräuchlichen Buchstaben in beliebiger Folge anzeigen, und darum Buchstaben-Telegraphen genannt werden. Für diesen gar nicht einmal wesentlichen Vorzug gegen den bereits beschriebenen Telegraphen steht der Buchstaben-Telegraph in so vielen andern Hinsichten bei den beiden beschriebenen Telegraphen zurück, daß es höchst wahrscheinlich ist, der Buchstabentelegraph werde die nicht ausgezeichnete Verbreitung welche derselbe, besonders in Norddeutschland gefunden hat, nach und nach verlieren, indem man den viel zweckmäßigeren Drucktelegraphen oder den Nadeltelegraphen statt desselben anwenden wird. Ich halte es daher nicht für nöthig, näher auf die Einzelheiten des Buchstaben-Telegraphen einzugehen, zumal da das Grundprincip schon in § 17 angegeben wurde. Man macht nämlich einen Electromagneten abwechselnd magnetisch und unmagnetisch; dieser Electromagnet zieht dadurch abwechselnd ein Anker an und läßt es durch eine Feder wieder abziehen. Diese hin- und hergehende Bewegung des Ankers bringt durch eine einfache Vorrichtung eine Scheibe, mit den 25 Buchstaben am Rande, in eine drehende Bewegung, und man kann demnach jeden beliebigen Buchstaben der Scheibe unter einen feststehenden Zeiger bringen, um denselben dann abzulesen.

Anhang.

Die electromagnetischen Uhren, welche auch oft Galvanische Uhren genannt werden, schließen sich so unmittelbar an die Telegraphen, daß es fast unmöglich ist, in einer Darstellung der Telegraphie diese Uhren mit Stillschweigen vorüber zu gehen. Man kann diese Galvanischen Uhren gewissermaßen als eine Art von Telegraphen betrachten, welche einzelne Zeitmomente telegraphiren, während die gewöhnlichen, eigentlichen Telegraphen bekanntlich zum Telegraphiren von in Worten eingekleideten Begrtffen dienen. Weil die Galvanischen Uhren also den gewöhnlichen electromagnetischen Telegraphen nahe stehen, und letztere so überaus wichtig sind, so steht schon zu erwarten, daß auch die Galvanischen Uhren nicht ohne Bedeutung sind.

Versuchen wir zuerst, uns mit der Einrichtung dieser Uhren bekannt zu machen, um darnach die allgemeinen Betrachtungen, wozu diese Uhren Anlaß geben möchten, besser verstehen zu können.

Es sei *c* (Figur 20) eine Axe, woran ein Zahnrad *h* mit etwa 60 Zähnen, von der in der Figur angegebenen Gestalt, befestigt ist. Eine bei *k* befestigte Feder *ki* hat bei *i* einen Widerhaken, welcher das Rad *h* verhindert sich in dem, der Richtung des Pfeilchens entgegengesetzten Sinne zu bewegen, wogegen diese Feder dem Rade *h* wohl erlaubt, sich in der Richtung des Pfeils zu drehen; denn die Feder *ki* biegt sich zurück, wenn die abgerundete Fläche des Zahns 2 die ebenfalls abgerundete Fläche *i* allmählig zurückdrängt. Eine ganz ähnliche Feder *de* ist in entgegengesetzter Richtung an der andern Seite des Rades *h* angebracht; nur ist das Ende *d* nicht unbeweglich, wie das entsprechende Ende *k* der Feder *ki*, sondern kann sich grade um so viel auf- und abbewegen, als die Länge eines Zahns auf *h*

beträgt, indem dies Ende *d* an einem Hebel *b a f* befestigt ist, und dieser Hebel sich um die Axe *a* drehen kann. Jedesmal, wenn das Ende *b* des Hebels abwärts bewegt wird, sucht folglich die Feder mittelst des Widerhakens *e* das Zahnrad *h* in der Richtung des Pfeiles zu bewegen, und weil wir eben sahen, daß der Widerhaken *i* diese Bewegung zuläßt, so wird also das Rad *h* sich unter diesen Umständen wirklich in der bezeichneten Richtung umdrehen. Bewegt sich das Ende *d* des Hebelarms *a b* aber nur so viel abwärts, als die Länge eines Zahns von *h* beträgt, so wird das Rad *h* sich nur um einen Zahn gedreht haben, und folglich wird der Widerhaken *i* nun gegen den Zahn 2 anliegen. Läßt man nun *d* sich um ebenso viel wieder aufwärts bewegen, so wird der Widerhaken *e* gegen den mit der Zahl 5 bezeichneten Zahn anliegen, (weil *i* bei dieser Bewegung von *e* die Bewegung von *h* verhindert). Auf diese Weise sieht man also, daß das Rad *h* sich jedesmal um einen Zahn dreht, wenn man den Hebel *b a* die angeführte Bewegung ausführen läßt. Läßt man daher den Hebel *b a* diese Bewegung in jeder Minute einmal ausführen, so wird das Rad *h* sich also in jeder Minute um einen Zahn, folglich in 60 Minuten einmal ganz umdrehen, weil wir annahmen, daß *h* 60 Zähne habe. Ein auf der Axe *c* befestigter Zeiger *c z* wird folglich auch in 60 Minuten sich einmal umdrehen müssen, und daher ein Minutenzeiger sein. Verbindet man auf eine an jeder Stubenuhr ersichtlichen Weise die Axe dieses Minutenzeigers durch einige Räder so mit einer andern Axe mit Zeiger, daß diese Axe sich 12 mal langsamer dreht, als die Axe des Minutenzeigers, so wird der erwähnte zweite Zeiger ein Stundenzeiger sein. Wenn man also immer nur die mehrerwähnte Bewegung des Hebels *b a* in jeder Minute einmal ausführte, so würden die beiden Zeiger auf einem gewöhnlichen Zifferblatte die Zeit anzeigen können. Es kommt daher jetzt nur noch darauf an, die Bewegung des Hebels zu bewerkstelligen.

Dies kann aber einfach geschehen, indem man den mehrerwähnten Hebel *b a* aus sehr weichem Eisen macht, und denselben so zwischen den Enden *s* und *n* eines Electromagnetes anbringt, wie die Figur zeigt. Wenn man daran zugleich eine nach *g* führende Feder befestigt hat, um den Hebel, im Falle der Electromagnet unmagnetisch ist, von diesem abzuhalten, und zugleich zwei kleine Anschlagsäulen *o* und *p* angebracht hat, um dem Ende *d* der Feder nur grade so viel Spielraum zu lassen, als die Länge eines Zahns des Rades *h* beträgt, so wird man

die ofterwähnte Bewegung des Hebels zuwege gebracht haben, wenn man nur in jeder Minute einmal einen Strom durch die Windungen des Electromagnetes hindurchsendet und wieder unterbricht: denn dann wird der Electromagnet in jeder Minute einmal magnetisch werden, folglich den Anker *b a* abwärts bewegen, und seinen Magnetismus innerhalb jeder Minute einmal wieder verlieren, also den Anker *d a f* wieder dem Zuge der Feder *g* folgen lassen.

Es ist also nur nöthig, in jeder Minute einmal einen Galvanischen Strom durch die Drahtwindungen des Electromagnetes zu senden, um in dem Apparate Figur 20 eine vollkommen richtig gehende Uhr zu haben, und zwar eine electromagnetische Uhr*).

Diese einmalige Schließung einer mit den Enden des Drahts des Electromagneten in Verbindung stehenden Galvanischen Batterie kann man sehr leicht zu Wege bringen mittelst einer richtig gehenden Uhr, welche wir Normaluhr nennen wollen, weil der Gang der electromagnetischen Uhr sich aufs Genaueste nach dem Gange dieser Normaluhr richtet. Die Schließung der Kette kann man bewerkstelligen, indem man auf diejenige Axe der Normaluhr, welche sich einmal in jeder Stunde umdreht, eine Scheibe aus Messing mit 60 kleinen, gleich langen, in den Rand gelegten Holzstücken befestigt, und einestheils eine mit dem einen Poldraht der Batterie in Verbindung stehende Feder gegen den Rand der Scheibe, anderntheils eine ähnliche Feder gegen die metallne Axe dieser Scheibe andrücken läßt.

Die Kette wird dann offen sein, wenn die erstere Feder gegen Holz drückt, aber geschlossen, wenn selbige auf das die einzelnen Holzstückchen trennende Metall der Scheibe anliegt, und indem Letzteres grade 60 mal statt findet, während die Scheibe einmal umgedreht wird, die Normaluhr aber die Scheibe grade jede Stunde einmal umdreht: so findet also in jeder Minute eine Schließung der Kette statt, und folglich wird dem Obigen gemäß, der solchergestalt mit der Normaluhr und einer Galvanischen Batterie verbundene in Fig. 20 dargestellte Apparat eine richtig gehende Uhr erstatten können, weil der Gang der Zeiger dieses Apparats aufs genaueste den Gang der Zeiger der richtig gehenden Normaluhr gleich sein muß.

---

*) Dieselbe eine Galvanische Uhr zu nennen, ist wohl nicht ganz exact; denn wenn auch der Galvanische Strom das eigentlich wirksame Princip ist, so darf diese Uhr doch ebenso wenig Galvanische Uhr heißen, als die gewöhnlichen Pendeluhren Schwereuhren (Gravitationsuhren) genannt werden. Pendel und Electromagnet fungiren hier in gleicher Weise.

Es mag nun wohl scheinen, als gewährten diese electro-magnetischen Uhren gar keine Vortheile, weil man, um eine solche im Gang zu halten, nicht nur gleichwohl eine gewöhnliche gute Pendeluhr, nämlich die Normaluhr, haben muß, sondern außerdem noch eine Galvanische Batterie zu unterhalten und die eigentliche electromagnetische Uhr anzuschaffen hat. Und so lange man nur eine einzige Uhr gebrauchen will, hat die Anwendung electromagnetischer Uhren im Allgemeinen keinen Vorzug *); ihre große Zweckmäßigkeit tritt aber deutlich hervor, sobald man entweder 1) eine ganz genau gehende Uhr an verschiedenen Stellen nach Belieben zu haben wünscht, oder 2) eine beliebig große Anzahl genau gleichen Gang habend Uhren verlangt. Wir wollen beide Fälle etwas näher betrachten.

Erstens. Bei astronomischen Beobachtungen kommt es immer darauf an, eine möglichst richtig gehende Uhr zu haben, um daran mit großer Genauigkeit gewisse Augenblicke einer Beobachtung ablesen zu können. Man besitzt gegenwärtig freilich äußerst regelmäßigen Gang habende Pendeluhren, welche aber immer an einer bestimmten Stelle stehen bleiben müssen und daher das Ablesen der Zeitaugenblicke in manchen Fällen beschwerlich machen. Zudem ist der Wärmegrad in den gewöhnlich hochliegenden astronomischen Beobachtungsorten (Observatorien) im Laufe des Jahres sehr verschieden, was selbst bei den sorgfältigst verfertigten Pendeluhren doch zu merklichen Unregelmäßigkeiten im Gange derselben Anlaß giebt. — Es scheint demnach sehr wünschenswerth, die Pendeluhr an einer Stelle aufstellen zu können, wo der Wärmegrad sich nur wenig verändert (wie z. B. im Erdgeschosse des Gebäudes), demungeachtet die Angaben dieser Uhr in dem Beobachtungslokale beliebig ablesen zu können. Dies ist aber gar leicht möglich, wenn man die so an passendem Orte aufgestellte Pendeluhr als Normaluhr einer electromagnetischen Uhr gebraucht, indem man dieselbe auf bekannte Art mit einer Galvanischen Batterie und der Vorrichtung Fig. 20 verbindet; denn dann werden die Zeiger dieses Apparats ganz denselben Gang haben, wie die Zeiger der Pendeluhr, und weil man blos durch Verlängerung der Verbindungsdrähte die eigentliche electromagnetische Uhr in einem Gebäude beliebiger Entfernung von der Normaluhr aufstellen kann, ohne die Richtigkeit ihres Ganges zu beeinträchtigen, so sieht man, daß eine solche

---

*) Wohl aber in besonderen Fällen, wie auf astronomischen Observatorien u. s. w., wie wir gleich näher erörtern werden.

Uhr den obigen Anforderungen völlig genügt. Nur muß noch hinzugefügt werden, daß man auch einen Secundenzeiger mit dem Zeigerwerk der eigentlichen electromagnetischen Uhr (Fig. 20) zu verbinden hat.

Zweitens. Verbindet man eine beliebige Anzahl electromagnetischer Uhren, welche an beliebigen Stellen einer Stadt aufgestellt sind, insgesammt in der bekannten Weise mit einer hinreichend starken Galvanischen Batterie und einer richtig gehenden Normaluhr, so werden alle diese Uhren mit der Normaluhr völlig gleichen Gang halten. — Auf diese Art kann man also in einer Stadt an beliebigen Stellen eine richtig gehende Uhr haben, welche weder aufgezogen, noch oft reparirt zu werden nöthig hat, wenn man nur irgendwo in diesem ganzem Orte eine einzige richtig gehende Pendeluhr und eine Galvanische Batterie unterhält. Weil nun diese Unterhaltungskosten von einer ganzen Stadt zu bestreiten sind, wird jeder Einwohner für eine geringe jährliche Ausgabe eine oder mehrere richtig gehende Uhren halten können; denn weil auch die Normaluhr von der ganzen Stadt zu beschaffen ist, wird selbige von ausgezeichneter Güte gewählt werden können, und werden daher auch alle hiermit verbundenen electromagnetischen Uhren mit gleicher Genauigkeit den Lauf der Zeit anzeigen.

Die großen Vortheile einer solchen Einrichtung für jeden Bewohner einer Stadt sind augenscheinlich und eben dieser außerordentlich wichtigen Vortheile wegen hat man in mehreren größern Städten Europa's schon eine solche Einrichtung mehr oder weniger allgemein angewandt. So ist mir unter andern bekannt, daß dies Zeitmesser-System in der Stadt Gent in großem Maßstabe angewendet und in geringem Umfange ebenfalls in Berlin, Leipzig u. a. O. gebraucht wird. Es ist daher eine wohlgegründete Hoffnung, daß diese Uhren in Zukunft eine noch weit größere Verbreitung finden werden.

Aber ganz auf gleiche Art kann man auch allen Uhren eines ganzen Reiches völlig gleichen Gang verschaffen; nur ist hierbei zu bemerken, daß man in jeder Stadt dann einen Uebertrager anwenden muß, wie in § 26 auseinander gesetzt worden ist, und erst durch diesen Uebertrager mittelst einer Galvanischen Batterie in jeder einzelnen Stadt die electromagnetischen Uhren zu bewegen hat.

Fig. 8, § 14.

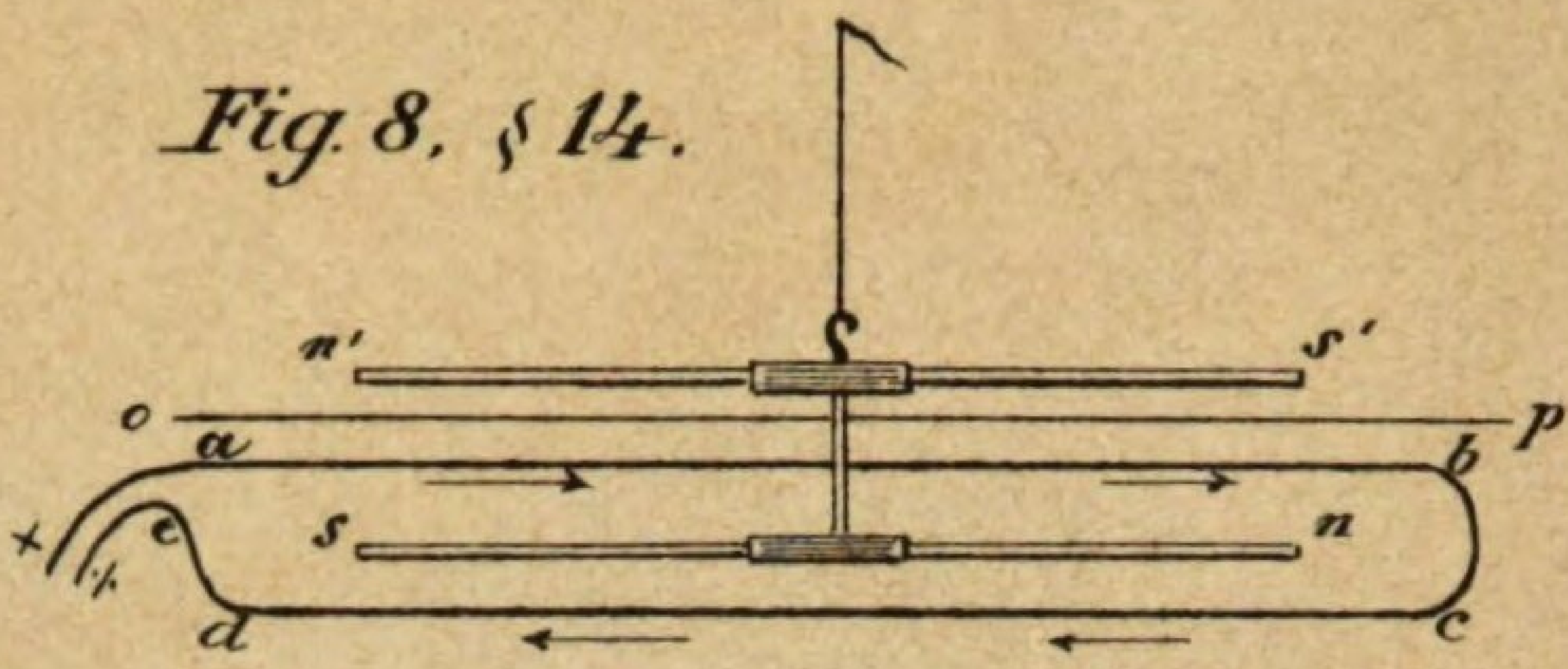
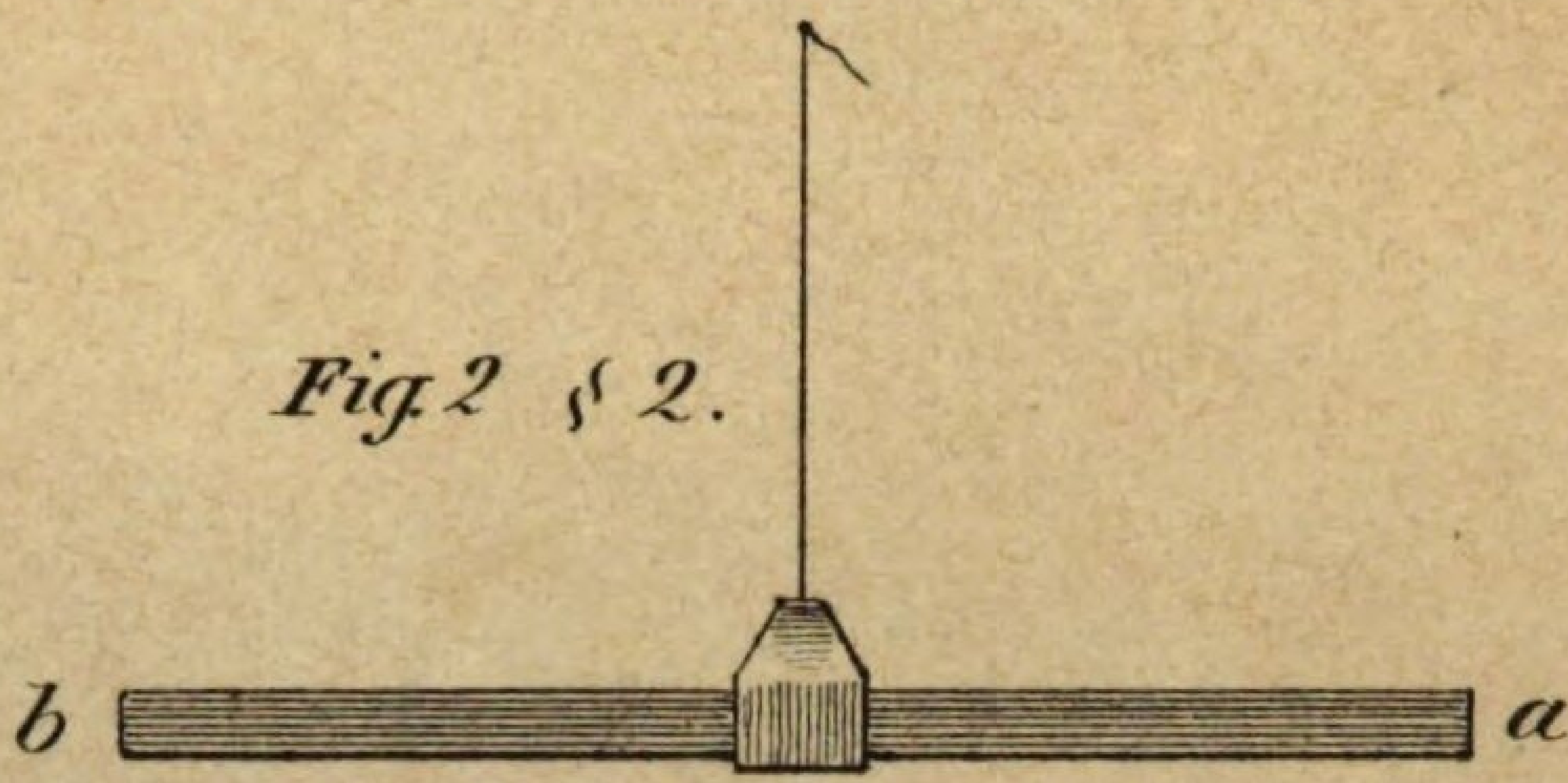


Fig. 2 § 2.



F

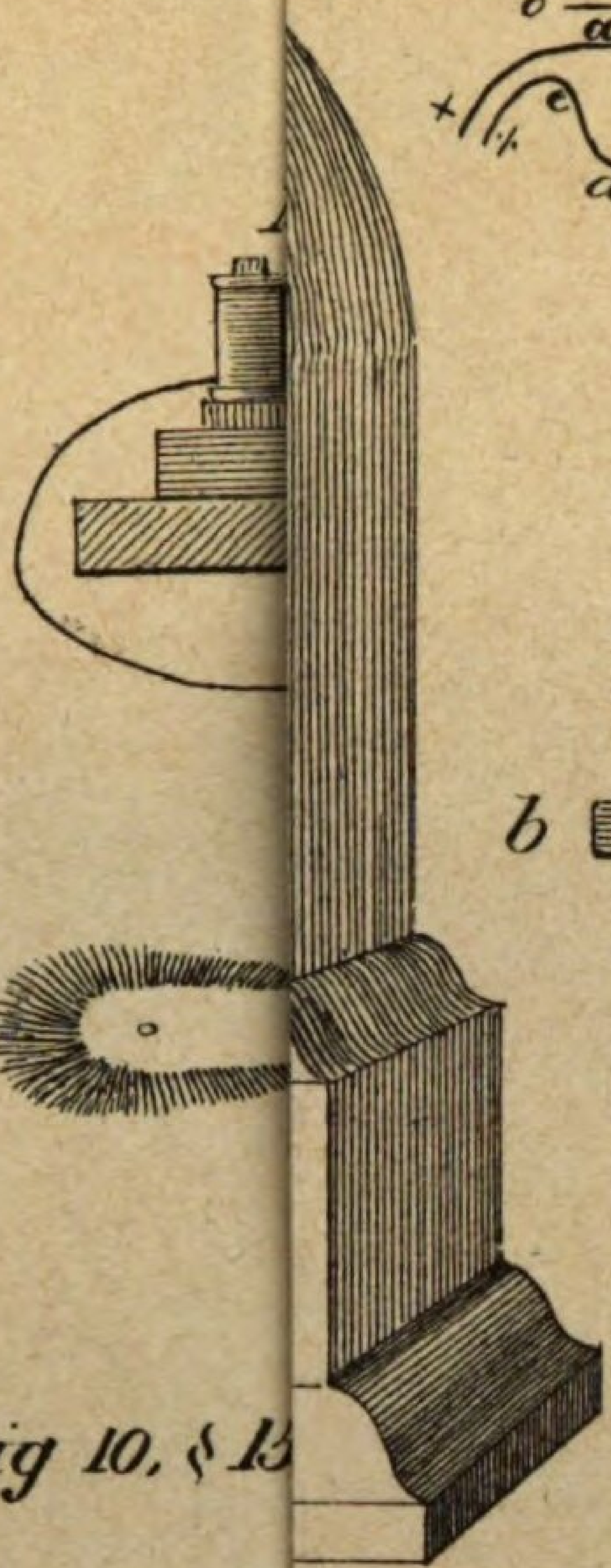


Fig. 5, § 12.

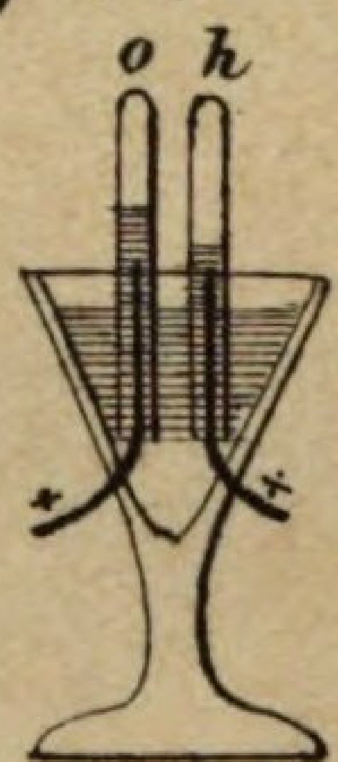


Fig. 3, § 10.

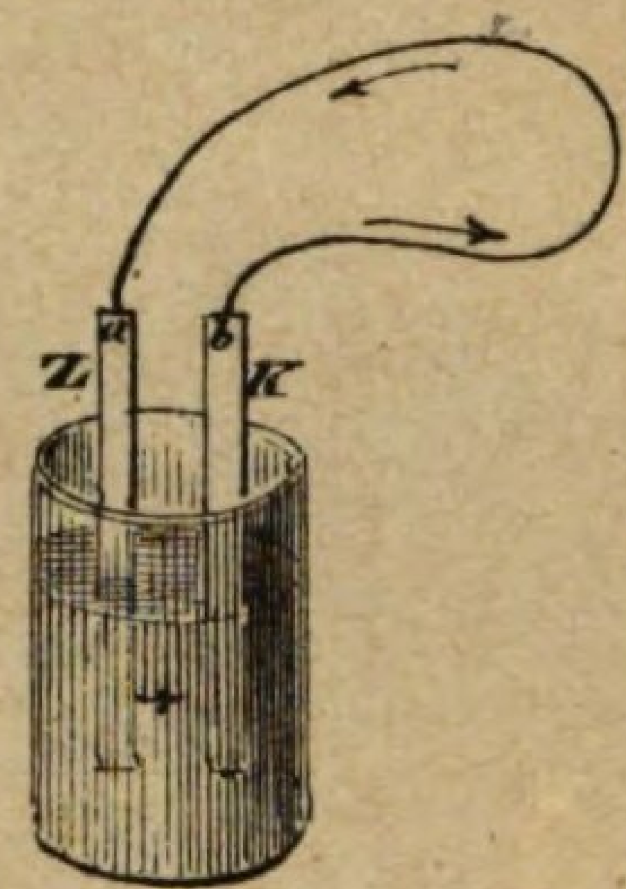


Fig 10, § 1

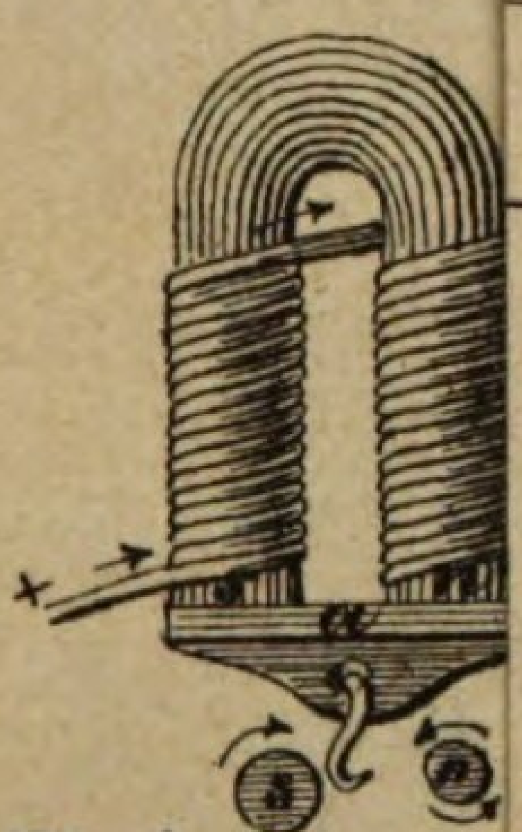


Fig. 11, a.

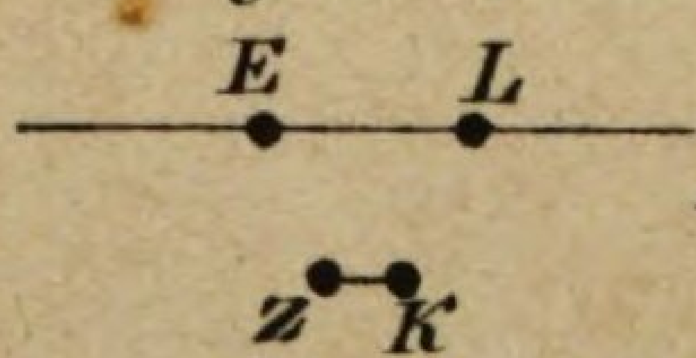


Fig. 7, § 12.

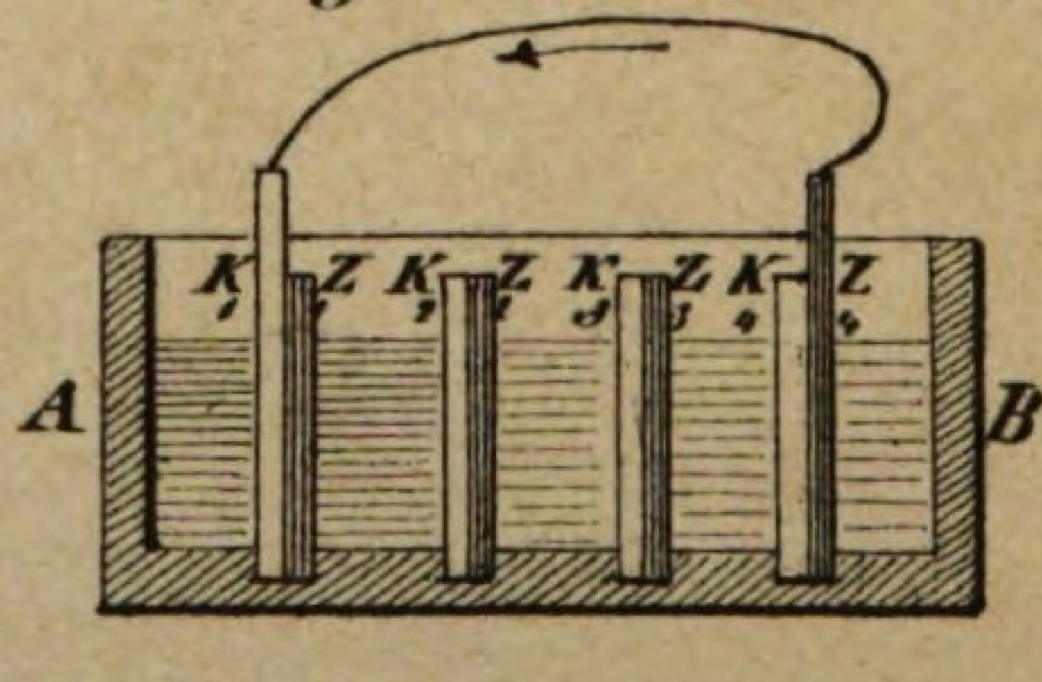


Fig. 4 a,
§ 11.



F

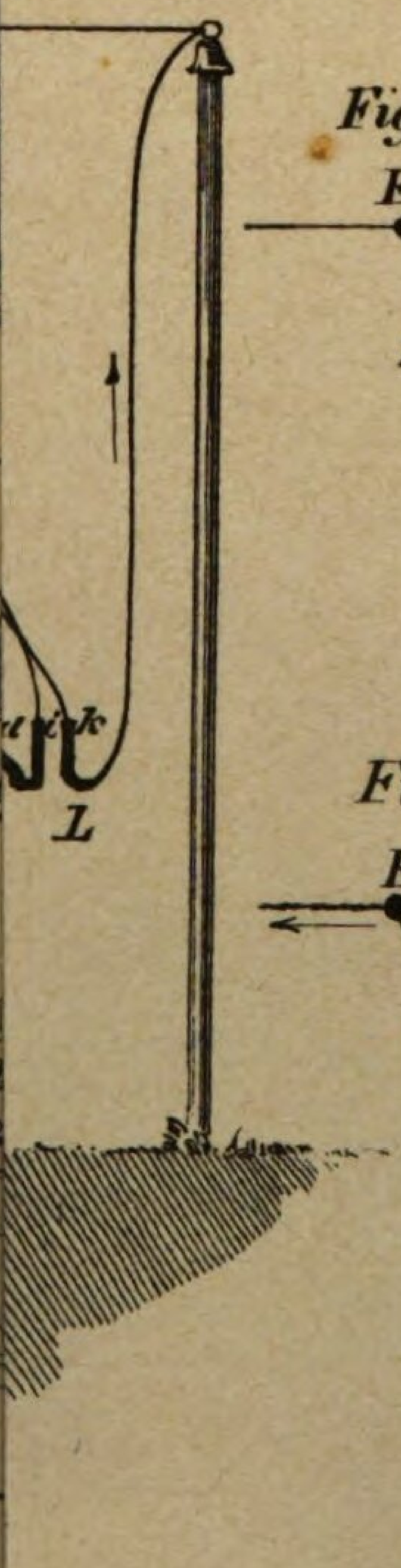


Fig. 11, b.

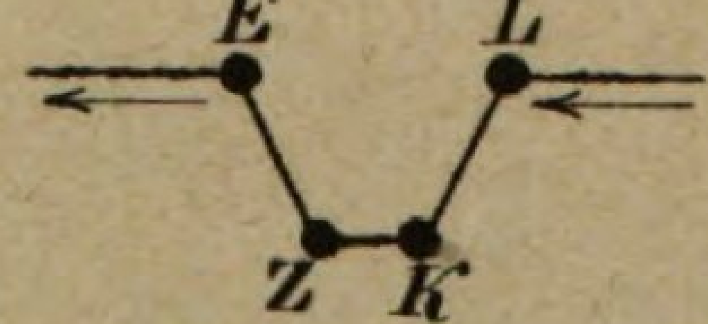


Fig. 9, § 14.

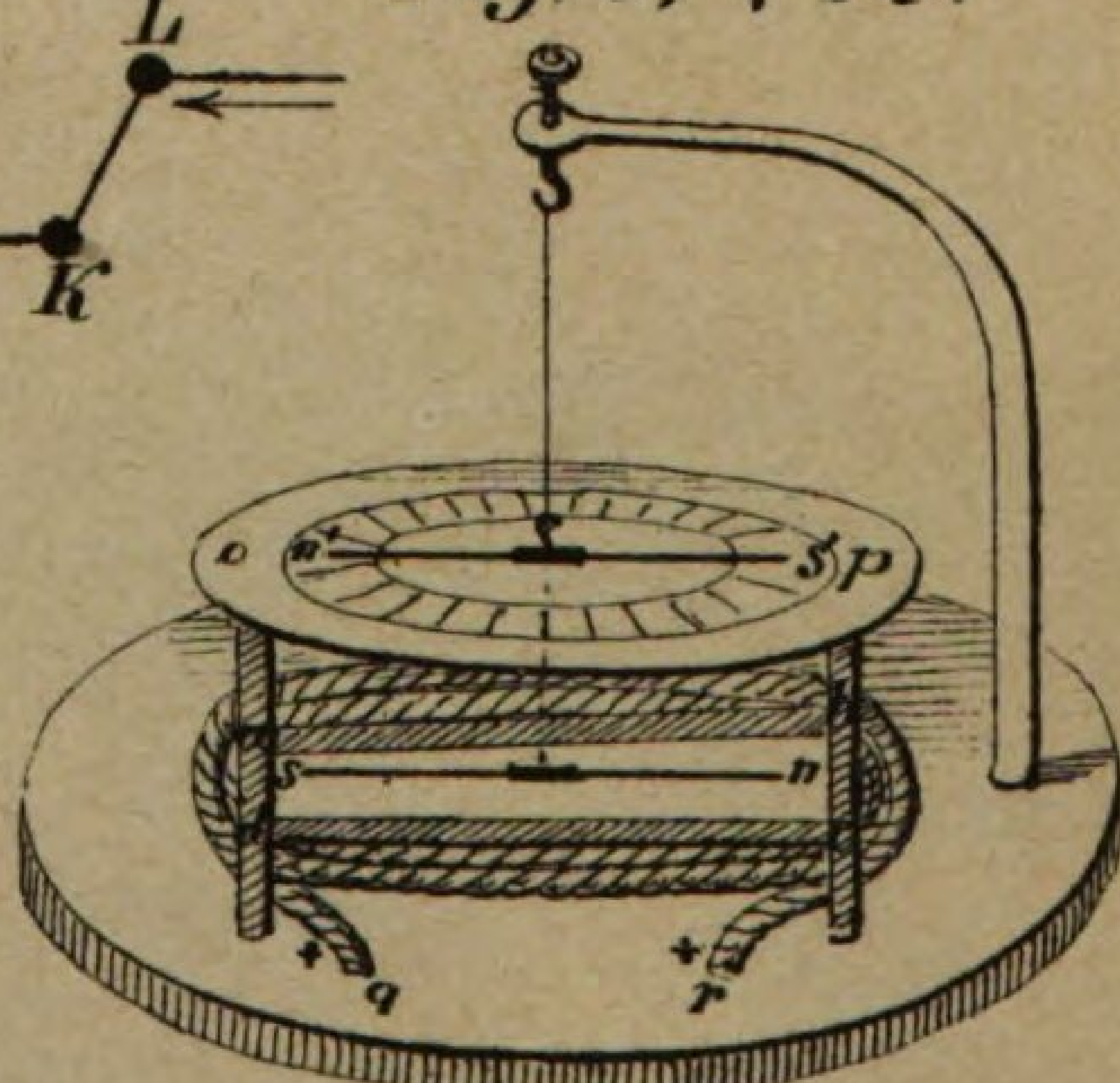


Fig. 16. §. 23.

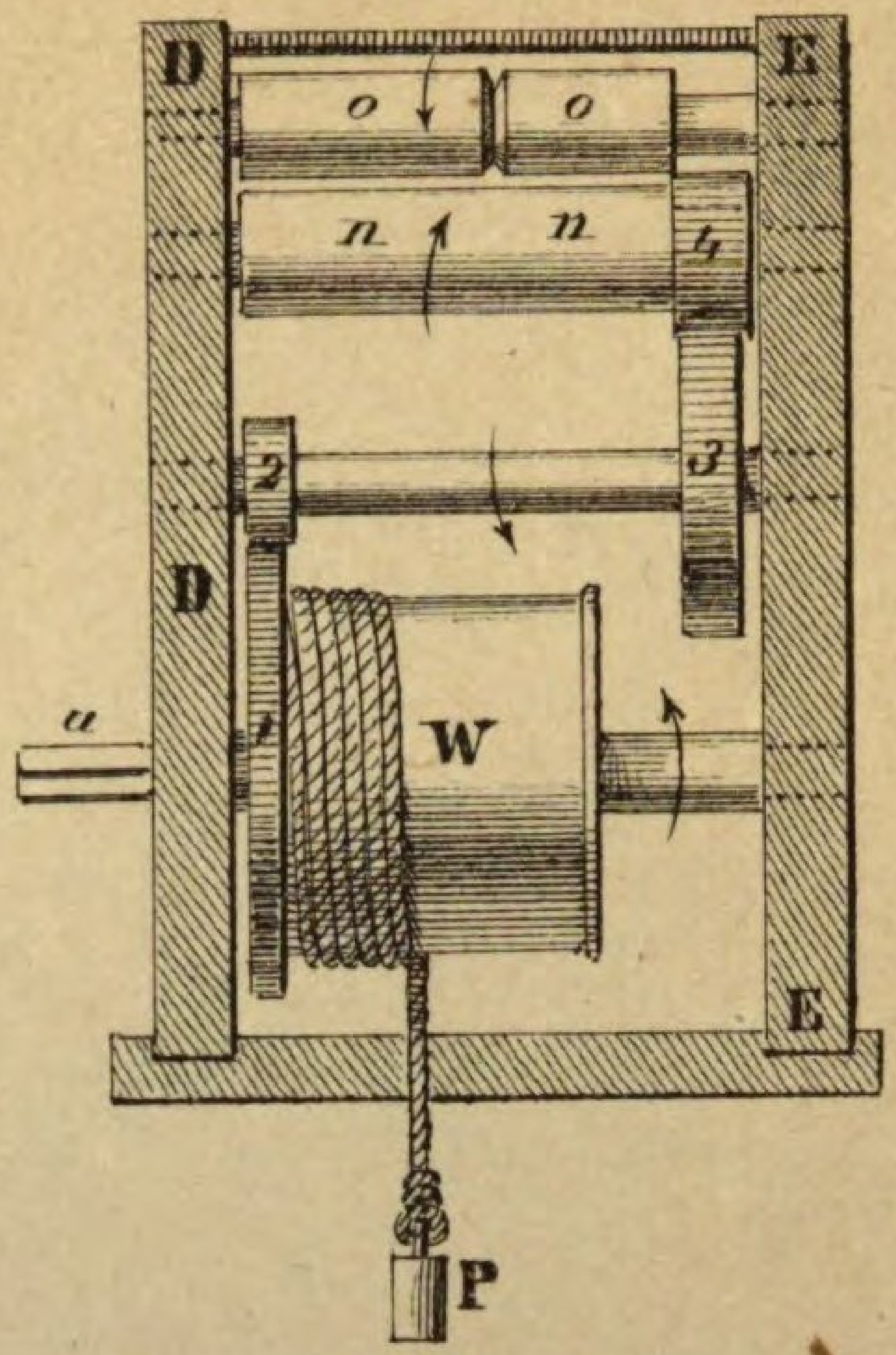


Fig. 15 a.

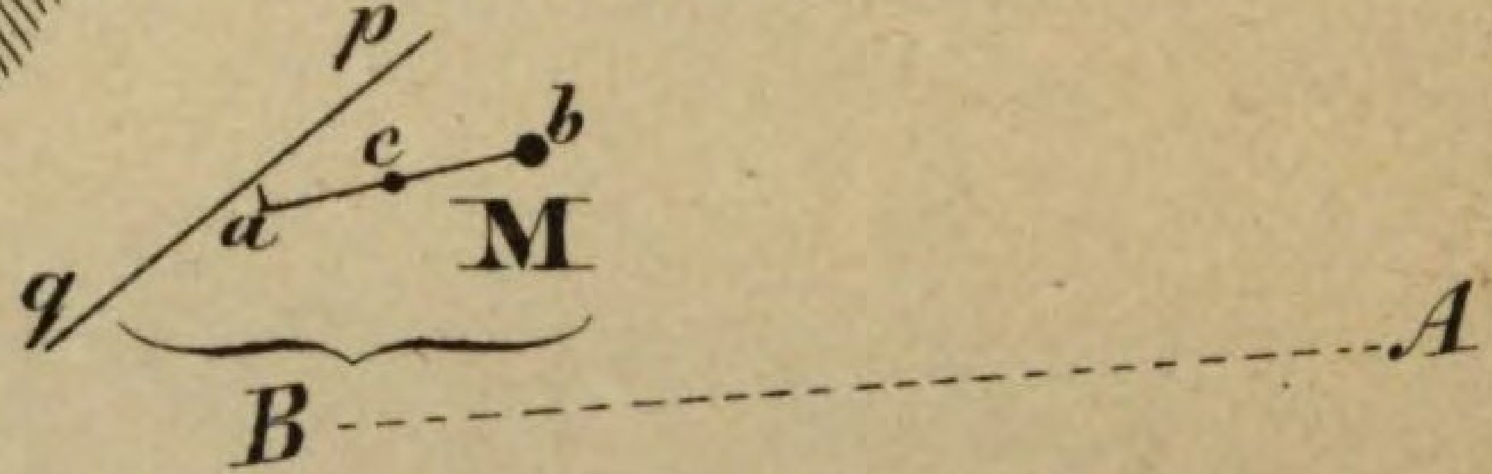
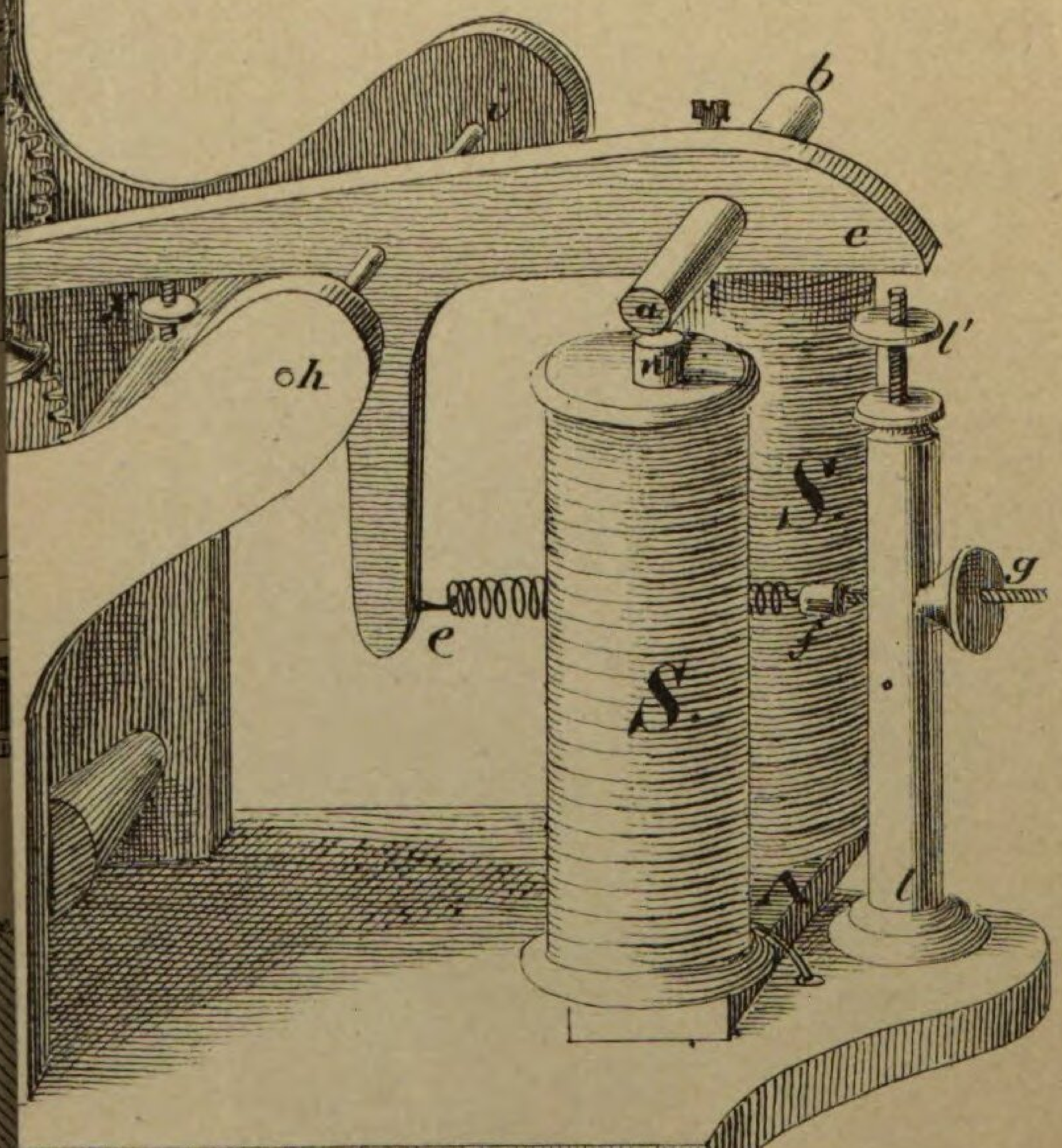
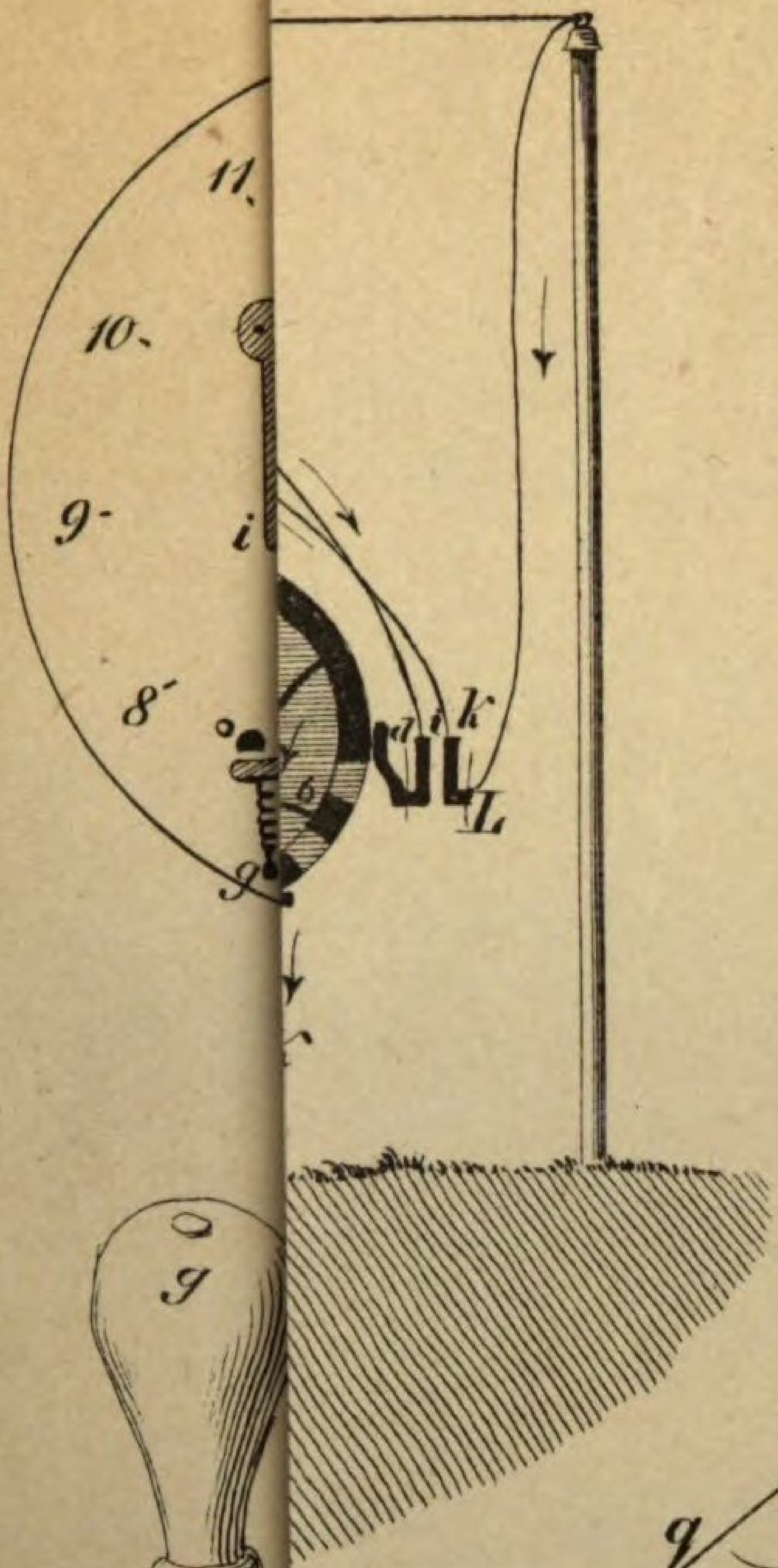
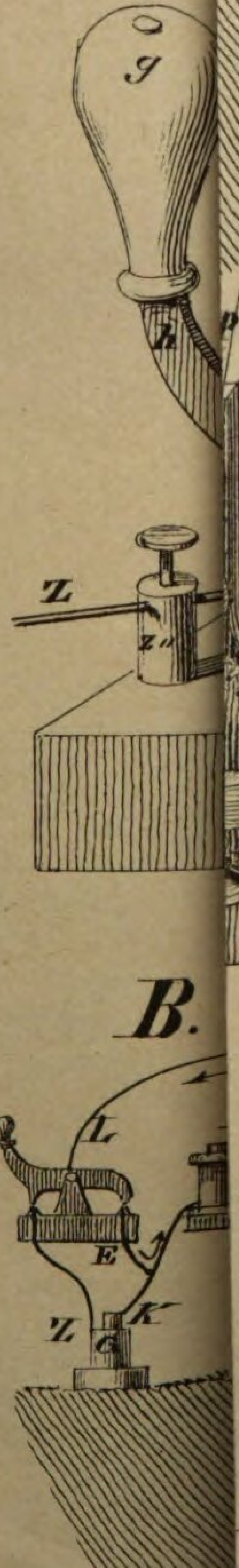


Fig. 15. §. 23.







J. B. Appel's Buchdruckerei.

Hinrichs, Gustav Dethlef,

Die electromagnetische Telegraphie sammt den nöthigen Kenntnissen aus der Physik Mit einer Telegraphen-Karte von Mittel-Europa u. vielen Figuren

Hambg 1856